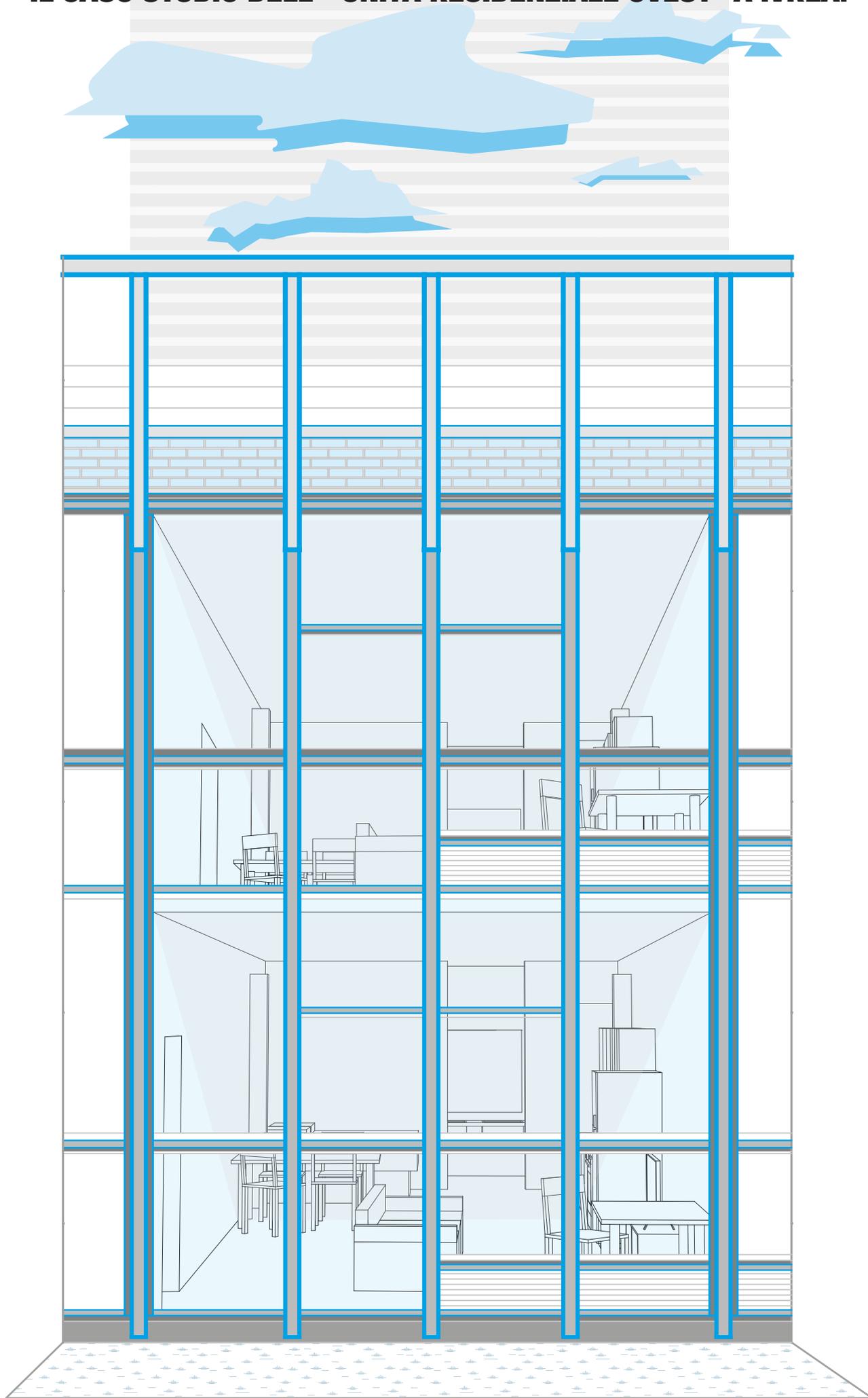


LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON COMPONENTI INTELLIGENTI PER LA VALORIZZAZIONE DEGLI EDIFICI CONTEMPORANEI: IL CASO STUDIO DELL' "UNITÀ RESIDENZIALE OVEST" A IVREA.



POLITECNICO DI TORINO

Laurea Magistrale in Architettura per il progetto sostenibile

A.A. 2021/2022



**LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON COMPONENTI INTELLIGENTI PER
LA VALORIZZAZIONE DEGLI EDIFICI CONTEMPORANEI: IL CASO STUDIO
DELL' "UNITÀ RESIDENZIALE OVEST" A IVREA.**

Relatore:

Carlo Micono

Correlatore:

Rocco Antonio Curto

Candidato:

Enrico Fucci

A te.

INTRODUZIONE

Produzione e consumi di energia in Italia	11
L'impatto ambientale del settore residenziale	19
Obiettivo della tesi	25

01

02

ABITARE NEL FUTURO

Building automation, realtà in evoluzione	35
Introduzione, le case intelligenti	55
Struttura di un sistema automatico	69

IL CASO STUDIO

Ivrea, città industriale del XX secolo	83
Lo stato di fatto	121
Il progetto	143
I risultati	167
La sostenibilità economica	189

03

04

CONCLUSIONI

Considerazioni Finali	213
Bibliografia	219

ABSTRACT

La tesi si inserisce all'interno dell'ampio dibattito contemporaneo legato alla responsabilità dei consumi energetici degli edifici e, di conseguenza, mira ad esplorare soluzioni innovative per migliorarne le prestazioni e dare un contributo positivo alla crisi energetica ed ambientale attuale.

Si è scelto un caso studio iconico, l'“Unità Residenziale Ovest” a Ivrea, progettata da Gabetti e Isola, per valutare come la riqualificazione energetica, integrata in senso più ampio da componenti intelligenti di gestione del sistema edificio-impianto, possa essere un'occasione per la valorizzazione del patrimonio edilizio contemporaneo, e, quindi, anche di edifici importanti nel dibattito culturale.

Si è partiti da un'analisi approfondita del sistema edificio-impianto, finalizzata da un lato a caratterizzare le prestazioni legate alle componenti di involucro, le strategie passive, dall'altro a definire come l'integrazione degli impianti negli edifici possa essere utile nel bilancio energetico complessivo, e come i comportamenti degli utenti influiscano sul fabbisogno energetico dei luoghi che abitano. Si è scelto di analizzare ed approfondire l'integrazione con sistemi di gestione automatica in ambito residenziale, che consentono di monitorare in tempo reale i parametri dell'ambiente e migliorare il proprio comfort: l'apprendimento a livello domestico, in cui si è attori e responsabili, può portare a una maggiore consapevolezza di quali siano i comportamenti più efficienti da adottare.

Partendo quindi da una panoramica su tali sistemi e sulla loro evoluzione negli anni, si è arrivati alla definizione di un impianto applicato a un caso studio, per poi analizzare le ricadute della sua integrazione in termini di fabbisogno energetico complessivo del sistema edificio-impianto e conseguente impronta ambientale.

Infine, si è condotta un'analisi di sostenibilità economica, utilizzando diversi indicatori di convenienza e fattibilità, per mettere a paragone diverse soluzioni progettuali e determinare la più vantaggiosa dal punto di vista economico, ambientale e sociale.

ABSTRACT

The thesis takes place in the widely discussed debate about the energy responsibility of buildings, thus, its aim is to navigate through innovative solutions looking for a way to enhance building performances and to contribute positively to the energetic and environmental crisis of these days. An iconic case study has been chosen, the “Unità Residenziale Ovest” in Ivrea, designed by Gabetty and Isola, in order to evaluate how the energy retrofit of the building, integrated with smart devices to manage and control the system building-plant, could be an opportunity to enhance the contemporary building heritage, so even for buildings with a relevant position in the cultural debate.

Starting from an analysis of the system building-plant, focused both on a characterization of the performances linked to the envelope, passive strategies, both on the definition of the contribution to the final energy consumption of the integrated system, considering the user influence on the energy demand of the places they live in.

The decision about studying an home automation system, which allows to monitorate in real time environmental parameters in order to improve the indoor comfort, comes from the idea that learning in a place where actors and responsibilities live together may have a bigger impact on the consciousness of the best habits to adopt in order to be more efficient.

From a panoramic of these systems and their evolution through time, it has been defined an automatic system on the case study, to eventually analyse its consequences on the energy demand of the system building-plant and the related environmental footprint.

Lastly, through a sustainability economic analysis, using several indicators of convenience and feasibility, different design solutions has been compared, in order to identify the more profitable one from an economic, environmental and social point of view.

**DO UN
Z**

“La Terra su cui viviamo non l’abbiamo ereditata dai nostri padri, l’abbiamo presa in prestito dai nostri figli”

Antico proverbio amerindio, capo seattle, 1852

TRRO. - IONE

PRODUZIONE E CONSUMI ENERGETICI IN ITALIA

- 
- .1 BILANCIO ENERGIA PRIMARIA
12
 - .2 DETTAGLIO PER FONTE
14
 - .3 CONSUMI FINALI
16
 - .4 DETTAGLIO ENERGIA ELETTRICA
17

BILANCIO ENERGIA PRIMARIA

Per meglio comprendere il senso della ricerca dietro a questa tesi, è necessario analizzare la situazione energetica italiana. La motivazione che ha spinto a trattare questo tema, è vincolata in parte al periodo storico che stiamo attraversando, caratterizzato da una forte crescita nella domanda di energia legata alla crescita del totale di dispositivi e strumenti i quali necessitano di tale energia, senza considerare la componente umana correlata.

La transizione, voluta, imposta e indispensabile allo stesso tempo, verso nuovi vettori energetici in grado di soddisfare la nascente richiesta, non deve impedirci di ricordare quanto una gestione intelligente delle risorse possa risultare efficiente, evitando sprechi e tarando ogni emissione sul reale bisogno.

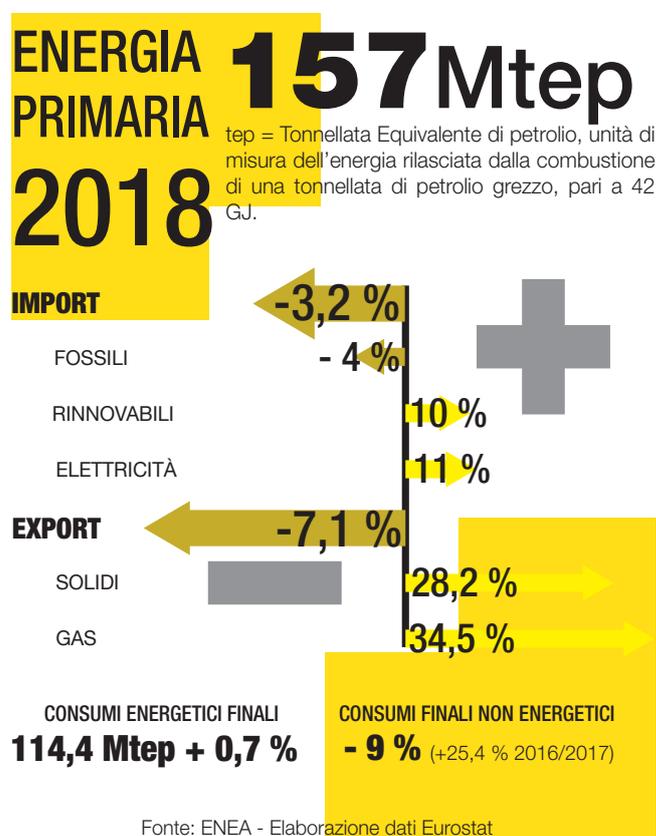
Per avere un quadro generale che attesti le attuali abitudini della popolazione italiana, sono stati analizzati report e statistiche, relativi gli anni tra il 2017 e il 2020.

Secondo l'elaborazione dei dati Eurostat da parte dell'**ENEA**^[1], nel 2018 la domanda di energia primaria in Italia è stata di 157 Mtep^[x], confermando la lieve crescita dell'ultimo quinquennio dopo la fase decrescente iniziata nel 2006.

Tra 2017 e 2018 per quanto riguarda l'import, in contrazione complessivamente del 3,2%, le fonti fossili son diminuite del 4%, mentre le fonti rinnovabili e l'energia elettrica sono nettamente migliorate, registrando un aumento rispettivamente del 10% e dell'11%. Nel campo dell'export invece, anch'esso in diminuzione (-7,1%), aumentano fonti solide e gas naturale, 28,2% e 34,5%.

I consumi finali, 121,6 Mtep, sono rimasti costanti.

Mentre i consumi energetici finali son aumentati lievemente (114,4 Mtep; 0,7%), gli usi finali non energetici son diminuiti (-9%) evidenziando una notevole differenza dal +25,4% registrato tra il 2016 e il 2017.



1: ENEA, "RAPPORTO ANNUALE EFFICIENZA ENERGETICA 2020," Oct. 2020. [Online]. Available: www.energiaenergetica.enea.it.

PRODUZIONE E CONSUMI ENERGETICI IN ITALIA

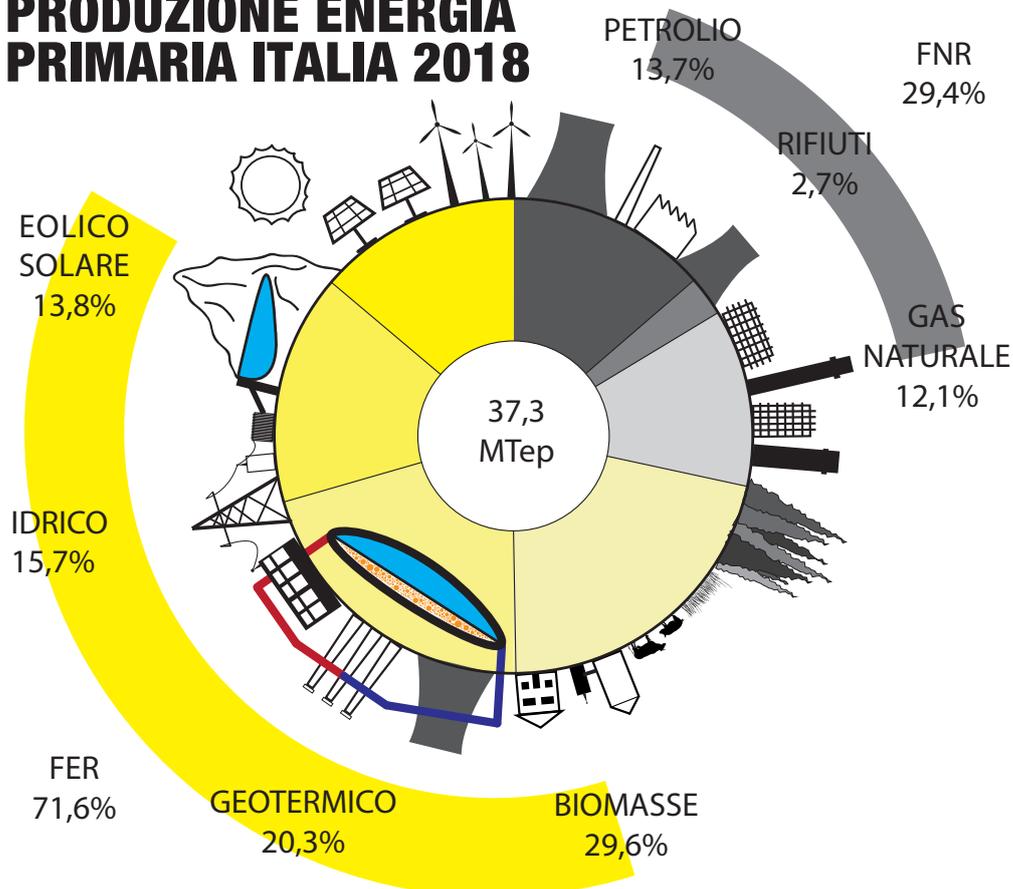
La produzione di energia primaria nazionale è stata di 37,3 Mtep, +1,8% rispetto al 2017, incremento dovuto all'aumento del 14,2% dei prodotti petroliferi, con rinnovabili e gas naturale che rimangono, nonostante la riduzione rispetto all'anno precedente, quasi invariate assestandosi sui 27 e 4,5 Mtep.

La maggior parte dell'energia primaria nazionale è prodotta tramite fonti rinnovabili, oltre il 70%.

A contribuire alla quota troviamo:

- biomasse solide (30%);
- geotermia (20,3%);
- produzione da fonte idrica, che dipende dalle precipitazioni (15,7%);
- produzione da fonte di calore per ambienti derivante da pompe di calore (9,7%);
- produzione da fonte eolica e solare (13,8%).

PRODUZIONE ENERGIA PRIMARIA ITALIA 2018



Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

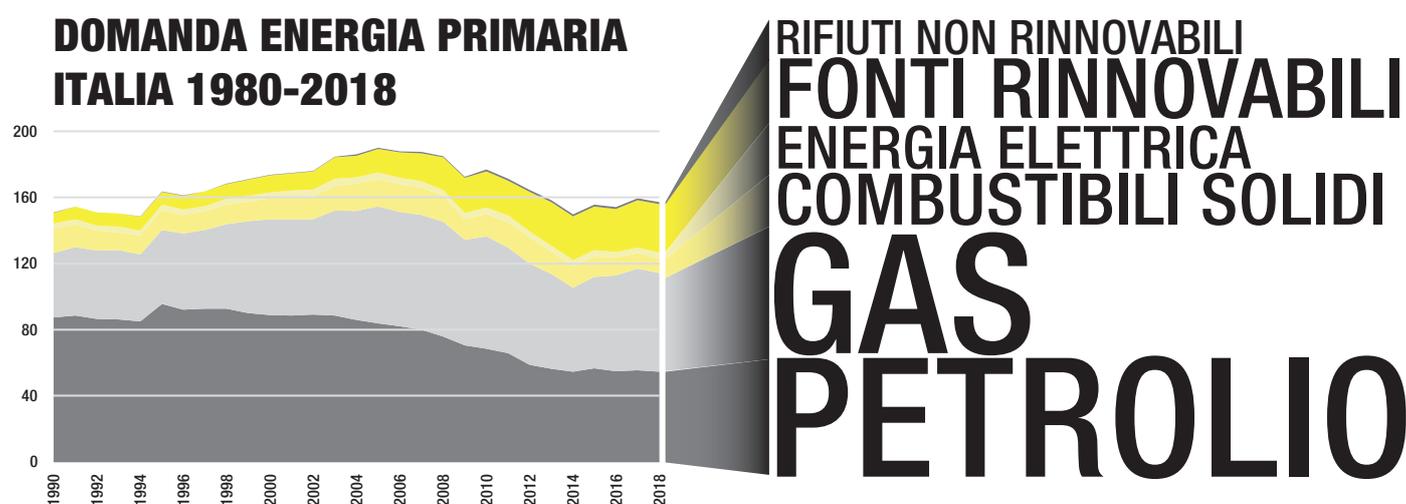
DETTAGLIO PER FONTE

Rispetto all'anno precedente, nel 2017 si è avuto un calo dell'1,6% sul consumo lordo, dovuto a una riduzione (-3,3%) dell'impiego di gas naturale che però resta la fonte prevalente con un consumo di 59,5 Mtep, e un impegno del petrolio, ridotto anch'esso con tasso -1,2%, di 54,8 Mtep.

Se i combustibili solidi risultano la componente con riduzione maggiore (-2,8%) al contrario elettricità e consumo da fonti rinnovabili salgono rispettivamente di 16,3 % e 1,6%, nonostante la percentuale di natura solare fotovoltaica e dei biocombustibili solidi primari siano in diminuzione rispetto all'anno precedente.

Rispetto al primo decennio del nuovo secolo, il consumo primario risulta inferiore, con un impiego di energia da fonti rinnovabili quasi quintuplicato in paragone al 1990, motivo che giustifica il costante aumento di domanda energetica registrato ultimi tre decenni (+0,2% annuo).

Considerando questa notevole evoluzione, dovuta a una maggiore e migliore differenziazione nel mix di approvvigionamento energetico, le fonti fossili restano la principale fonte energetica, con una quota che dal 1990 è scesa dal 94% al 78,2%, compensata dall'aumento dell'utilizzo di gas naturale.



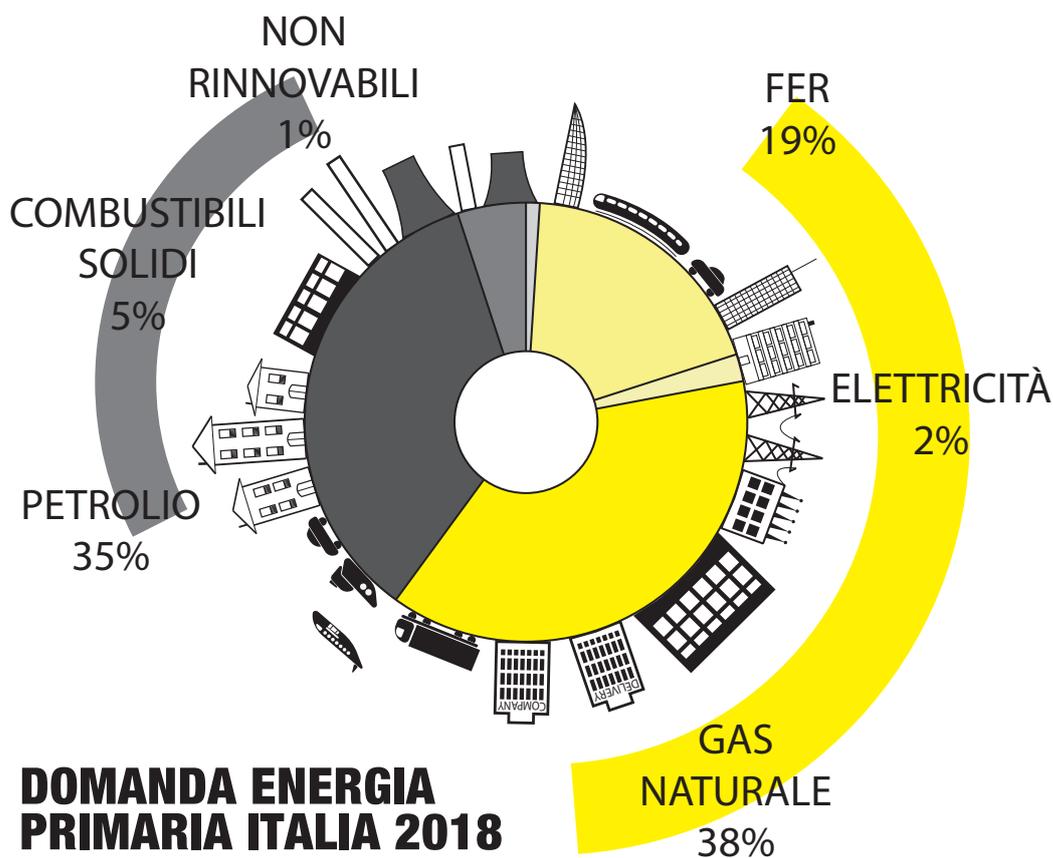
Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

PRODUZIONE E CONSUMI ENERGETICI IN ITALIA

Come anticipato nel paragrafo precedente, lo sfruttamento di fonti alternative è in netto e costante aumento, circa +5,5% medio annuo tra il 1990 e il 2018.

Nel 2018 infatti la quantità di energia derivante da fonti rinnovabile è stata pari al 18,7%, e bisogna considerare che le componenti con minore apporto nel 2018, geotermica e idroelettrica, coprivano circa l'89% della quota di rinnovabili nel 1990.

Solare, biogas ed energia eolica stanno seguendo un aumento rispettivamente di 38,4%, 30,9% e 24,1% medio annuo, accompagnati da una domanda di elettricità elettrica in crescita annualmente dell'1% nel periodo dal 1990 e il 2018.



**DOMANDA ENERGIA
PRIMARIA ITALIA 2018**

Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

CONSUMI FINALI

Per quanto riguarda i consumi finali di energia tra 2017 e 2018 non c'è stata differenza, comparando invece gli ultimi tre decenni si può evidenziare invece come il trend dell'ultimo decennio sia pressoché analogo a quello del periodo 1995-2000, e come dopo aver attraversato una fase di crescita fino al 2005, abbia subito una diminuzione dell'1,3% media all'anno.

Sebbene ogni settore abbia avuto un andamento variabile, l'unico che ha subito una crescita decisiva è stato quello civile con un aumento annuo medio del 1,5%, e un consumo maggiore dello 0,5% rispetto al 2017.

Rispetto al 1990 la quota maggiore di consumi finali è ora occupata dal settore civile (43%), con settore trasporti rimasto costante (21%) e quello dell'industria che ha ceduto 10 punti a quello civile.

CONSUMI FINALI PER SETTORE 1990-2018

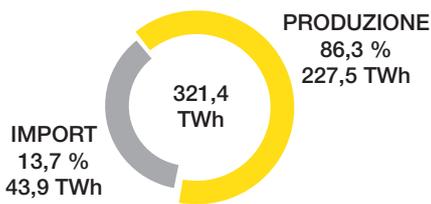


Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

PRODUZIONE E CONSUMI ENERGETICI IN ITALIA

1.1.4

DETTAGLIO ENERGIA ELETTRICA



IMPORT + 16,1 %
PRODUZIONE - 1,9 %



**ELETTRICITÀ DA
COMBUSTIBILI**
PERTROLIO - 36,5 %
SOLIDI - 12,7 %



DOMANDA ENERGIA
ELETTRICA

2017 320,5 TWh
2018 321,4 TWh
+ 0,3 %



**ELETTRICITÀ DA
FER**

+ 12,8 %



CONSUMO ENERGIA
ELETTRICA

2017 301,8 TWh
2018 303,4 TWh
+ 0,5 %

In confronto al 2017 c'è stato un aumento della domanda di energia elettrica pari allo 0,3%, per un totale di 321,4 TWh, coperta dalla produzione nazionale per l'86,3%, ovvero 277,5 TWh (-1,9% rispetto al 2017), e per il 13,7% dalla quota import-export, maggiore di quella del 2017 del 16,1% e pari a 43,9 TWh.

Decisamente positivo però il fatto che, a differenza dell'anno precedente, nel 2018 la produzione di energia elettrica da fonti alternative è aumentata del 12,8%.

A proposito della generazione termoelettrica invece non ci sono stati cambiamenti, con il gas naturale che si è confermato la fonte principale con 125,5 TWh, pari al 68,3%. Subiscono una riduzione di oltre un terzo l'utilizzo di prodotti petroliferi e del 12,7 % quello di combustibili solidi.

La potenza efficiente netta di generazione non ha subito variazioni degne di nota né a livello di impianti tradizionali, né a quello di fonte idrica.

Aumentando di oltre 48 mila unità gli impianti con alimentazione da fonte rinnovabile, in particolare quelli a biomassa solida ed eolica, si è registrato un aumento della potenza installata del 2%.

Il 2018 ha confermato la crescita dei consumi di energia elettrica con un aumento dello 0,5% rispetto al 2017, pari a 303,4TWh. Si è registrato un aumento in ogni settore eccetto in quello agricolo (-2,5%) e quello domestico (-0,5%).

L'IMPATTO AMBIEN- TALE DEL SETTORE RESIDENZIALE

.1 CONSUMI ENERGETICI FINALI
20

.2 INQUINANTI PRINCIPALI NELL'

AMBIENTE URBANO
22

1.2.1

CONSUMI ENERGETICI FINALI

Durante il 2018 il consumo energetico nel settore residenziale si è abbassato del 2,6%, con un totale di 32,1 Mtep.

Il consumo di biocombustibili solidi è l'unico, tra le fonti rinnovabili, ad essere diminuito (-7,6%), mentre per quanto riguarda le altre si è verificato un aumento del 3,6%.

In diminuzione sono anche l'uso di gas naturale e GPL, rispettivamente -4,4% e -2,8%, all'opposto invece di gasolio e calore, che sono aumentati del 15,5% e del 37,2%.

Ciò conferma che per il settore residenziale la fonte energetica principale rimane il gas naturale che soddisfa circa il 50% della domanda, con a seguire biocombustibili solidi (19,4%) ed energia elettrica (17,5%).



CONSUMO RESIDENZIALE

32,1 MTEP
2,6 % < 2017

FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI FONTI ENERGETICHE NON RINNOVABILI



- 7,6 %



+ 3,6 %



- 2,8 %



- 4,4 %



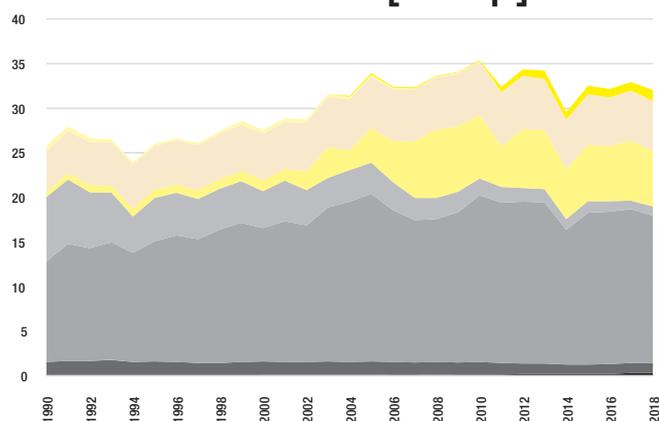
+ 37,2 %



+ 15,5 %

Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

CONSUMO SETTORE RESIDENZIALE ITALIA 1990-2018 [MTep]



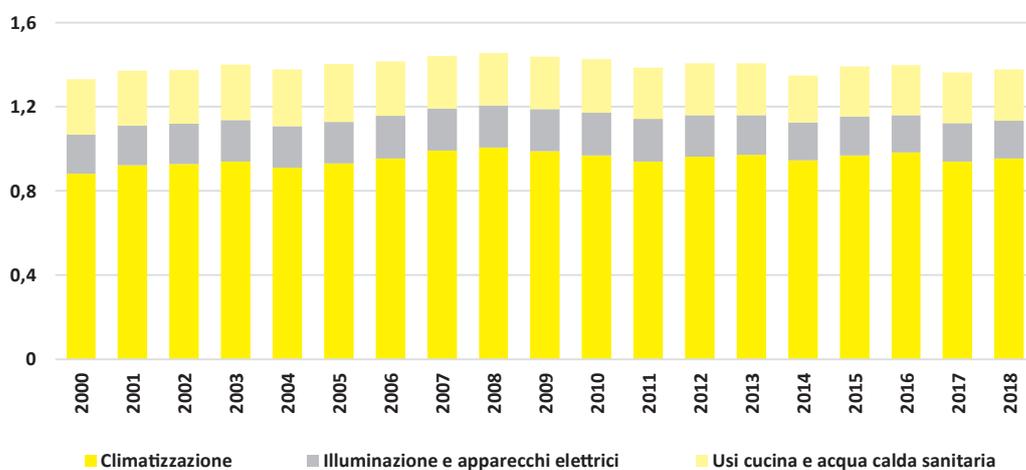
Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

CALORE
ALTRE FOSSILI
ELETTRICITÀ
BIOCOMBUSTIBILI
GASOLIO
GAS
GPL
ALTRE RINNOVABILI

L'IMPATTO AMBIENTALE DEL SETTORE RESIDENZIALE

La più alta, e sempre in aumento, percentuale di consumo è rappresentata dall'energia a fini di climatizzazione, circa il 70%, seguita dalla domanda per usi cucina e acqua calda pari al 17,7%, anch'essa in aumento (+1,6%).

Al contrario scende il consumo per illuminazione e apparecchi elettrici, con una percentuale del 13% sul totale, in diminuzione dell'1,3%.



Fonte: ENEA - Elaborazione dati Eurostat

INQUINANTI PRINCIPALI NELL'AMBIENTE URBANO

Nell'ultimo decennio uno dei temi più affrontati e dibattuti è di certo quello dei cambiamenti climatici, con la conseguente ricerca di sistemi e soluzioni atti a limitarne gli effetti, per consentire alle generazioni future di abitare questo pianeta in condizioni pressoché accettabili.

Oltre ad avere chiare ripercussioni sulla nostra salute, gli effetti più evidenti si manifestano sull'ambiente che ci circonda, scatenando anche eventuali reazioni a catena: l'aumento della temperatura globale che porta allo scioglimento dei ghiacciai con il conseguente innalzamento del livello dei mari; oppure fenomeni meteorologici estremi sempre più frequenti, come lunghi periodi di siccità, oppure piogge torrenziali accompagnate da grandinate nel periodo estivo, che non garantiscono quindi condizioni ottimali per agricoltura o allevamento.

Nel 1973 Samuel J Williamson definisce contaminante “un elemento che, una volta immesso in un ambiente, provoca una variazione della composizione geochimica media”, e inquinante un contaminante che è in grado di causare danni all'ambiente.^[2]

Gli inquinanti atmosferici che l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EAA) riconosce come maggiori impattanti sull'ambiente (e la probabile maggior causa di morte prematura in Europa), sono il Materiale Particolato (PM_{2,5} e PM₁₀), il Diossido d'Azoto (NO₂) e l'Ozono Troposferico (O₃).

Il PM ha innumerevoli fonti ed è uno tra gli inquinanti più dannosi per l'uomo a causa della sua capacità di insidiarsi nelle vie respiratorie, causando malattie cardiovascolari o polmonari e in alcuni casi anche cancro.

Il NO₂ deriva dalla combustione dei carburanti ed è responsabile dell'acidificazione e dell'eutrofizzazione di acqua e suolo, mentre a livello atmosferico può anch'esso causare infiammazioni alle vie respiratorie e ridurre la funzionalità polmonare.

L'O₃ è invece pericoloso, oltre che per la salute umana, anche per vegetazione e materiali, ed è il prodotto della reazione tra

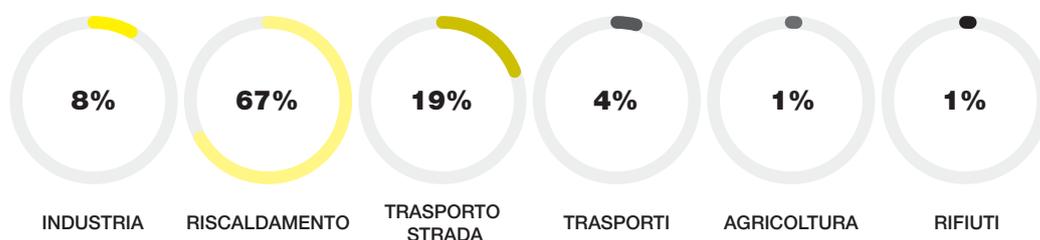
²: S. Williamson, Fundamentals of air pollution. University of Minnesota: Addison-Wesley, 1973.

L'IMPATTO AMBIENTALE DEL SETTORE RESIDENZIALE

luce e altri inquinanti.

A contribuire all'emissione in ambiente di questi ultimi, quindi, sono per lo più le zone urbane, con il traffico veicolare e il riscaldamento domestico, assieme alle zone agricolo-industriali. L'EAA stima che quasi la totalità degli europei che vive in città è esposta a livelli di inquinamento atmosferico che eccedono quelli delle linee guida per l'aria pulita dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO's), ponendolo così ai primi posti tra i maggiori pericoli per la salute in Europa e nel mondo.^[3]

Come visto nel capitolo precedente, e come viene confermato dagli studi dell'ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale), i maggiori responsabili dell'elevato livello di Pm10 nell'aria in Italia sono gli impianti di riscaldamento. Nonostante siano in funzione per soli sei mesi all'anno, contribuiscono a quasi il 60% delle emissioni.^[4]



Per quanto la maggior parte di questi impianti sia considerevole obsoleta e quindi non altamente performante, è innegabile che molti degli utenti non siano a conoscenza dei propri consumi effettivi, e siano involontariamente complici di numerosi sprechi che, a cadenza quotidiana, in termini economici si traducono in bollette dal costo elevato, mentre in termini energetici sono responsabili di un'impronta ambientale non indifferente.

La combinazione di questi due fattori, oltretutto, rende gli ambienti urbanizzati dannosi allo stesso tempo per l'ambiente e per se stessi: da un lato perché imputati di alterare le condizioni ambientali del sistema di cui fanno parte, abbassando il livello di qualità abitativa degli stessi, dall'altro perché considerati i costi per le utenze e quelli per l'acquisto, un immobile in centro città risulta sempre meno appetibile.

3: Bruyninckx Hans, "SIGNALS 2020 - Towards zero pollution in Europe," 2020, pp. 13-17. doi: 10.2800/40627.

4: ISPRA, "Qualità dell'ambiente urbano - XIV Rapporto (2018)," 2018.

Figura: PM₁₀ primario - Emissioni per settore, media capoluoghi delle regioni italiane, dati ISPRA

13

OBIETTIVO DELLA TESI

L'IMPORTANZA DI RIDURRE LA

DOMANDA ENERGETICA
26

METODO
31

OBIETTIVO DELLA TESI

1.3.1

L'IMPORTANZA DI RIDURRE LA DOMANDA DI ENERGIA

Nonostante, come visto in precedenza, rispetto a dieci anni fa il mix di fonti energetiche veda in forte ascesa l'approvvigionamento da fonti rinnovabili, è ancora presente una forte dipendenza da quelle non rinnovabili.

Ridurre la domanda energetica può aiutare innanzitutto a ridurre l'impatto ambientale di ciascun edificio, portando così effetti positivi tanto sul portafoglio quanto sull'ambiente; inoltre contribuirebbe a non compromettere l'approvvigionamento energetico per le generazioni future, senza dimenticare i benefici che un minore livello di emissioni porterebbero alla nostra salute, ma soprattutto a quella dei nostri successori.

Uomo e ambiente sono parte dello stesso ecosistema. Tutto ciò da cui deriviamo e che deriva da noi, è indissolubilmente legato a quello che c'era prima e che continuerà ad esserci anche dopo, la natura.

Quando l'uomo non ci sarà più, tutto verrà gradualmente restituito alla Terra, siamo solo un gruppo di passaggio, turisti, e perciò, è importante che la nostra impronta, ciò che ci sopravviverà, arrechi il meno possibile danno all'ambiente che ci ospita. Prestare attenzione a quanto la nostra presenza influisca sullo stato conservativo di un luogo è nostro dovere, nei confronti di chi aspetta di arrivare come di chi già c'è stato.

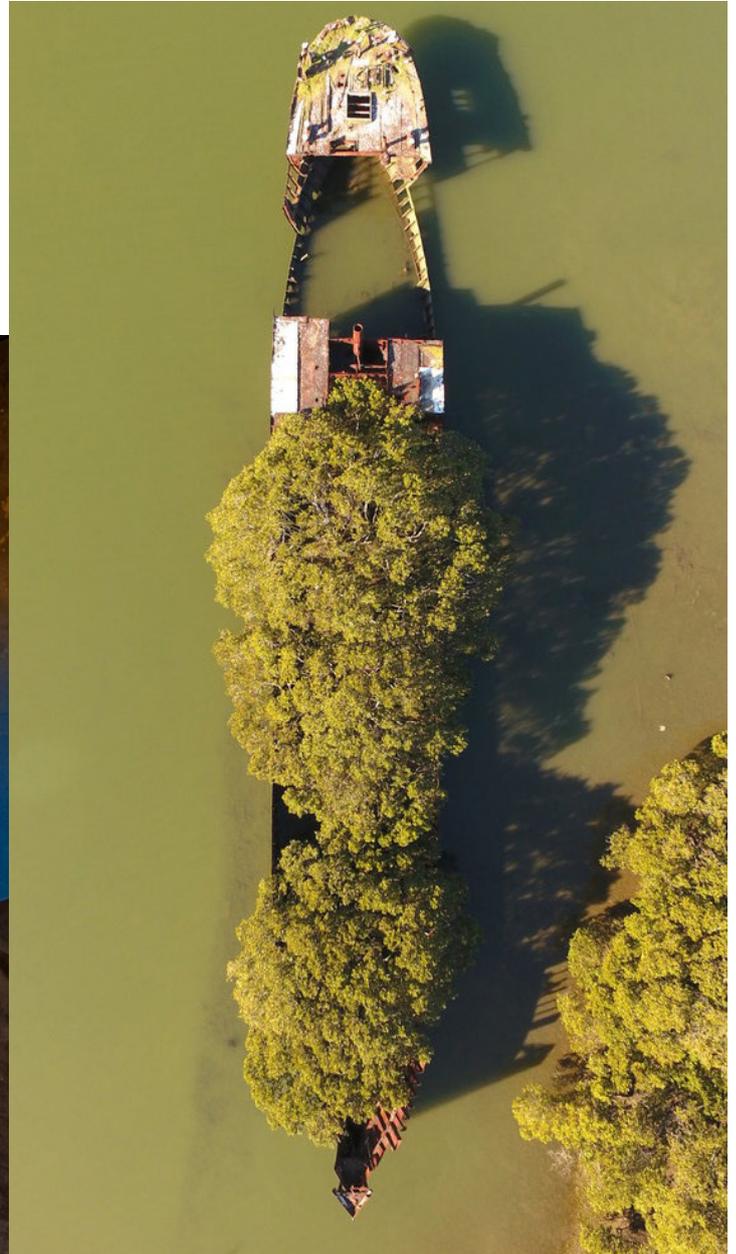




Immagine sinistra: Hou-tou Wan, Cina. Johannes Eisele, Agence France Presse (<https://www.bbc.com/news/in-pictures-44412576>)

Immagine sopra: Kolmanskop, Namibia. Chris Gray, National Geographic (<https://www.nationalgeographic.com/photo-of-the-day/photo/kolmanskop-namibia-pod-best09>)

Immagine destra: SS Ayrfield, Sydney. Stately Drones (<https://www.statelydrones.com/imagery/>)



OBIETTIVO DELLA TESI

Dei semplici accorgimenti, adottabili da chiunque e senza particolare impegno, possono fare la differenza sul quotidiano e indubbiamente migliorare il futuro.

Alcune regole di buona condotta, che fanno semplicemente appello a buon senso ed educazione - nel senso del termine che allude all'apprendimento, intesa come informazione facilmente apprendibile autonomamente, acquisizione di consapevolezza tramite la possibilità di verificare causa ed effetto di un'azione, abitudinaria o occasionale che sia - possono risultare determinanti nella gestione delle nostre risorse.

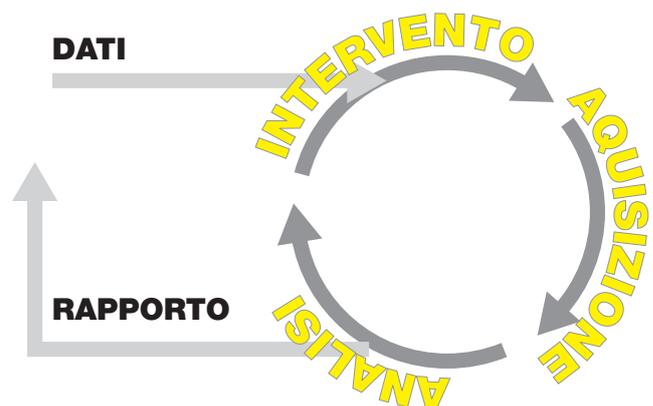
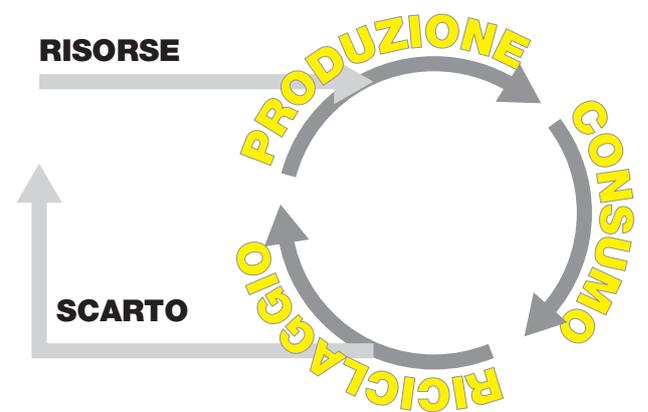
Il concetto di circolarità, a cui spesso si pensa solamente in termini economici, andrebbe esplicitato anche per quanto riguarda la sua applicazione nel campo dell'informazione.

La semplice richiesta di adottare abitudini alternative riguardo gli spostamenti e il relativo mezzo di trasporto utilizzato, per esempio la raccolta differenziata dei rifiuti, l'adozione di energia generata da fonte rinnovabile; eccetera, non verrà preso in considerazione da tutti allo stesso modo.

Fornendo un riscontro analizzabile, "matematico", delle azioni che vengono prese e di ciò che comportano di conseguenza, invece, porterebbe una maggiore consapevolezza generale.

Spiegare la richiesta attraverso l'utilizzo di dati reali raccolti e alla portata di tutti, sensibilizzerebbe maggiormente la società.

Come per un bene, l'informazione basata su un'attenta analisi di dati, porta alla comprensione delle sezioni da modificare al fine di ottenere una condizione migliore.



Il continuo miglioramento dell'aspetto generale porterebbe a una più semplice scissione dei singoli apporti, definendo di volta in volta analisi sempre più esaustive, che gettano le basi per individuare le migliorie da attuare al sistema, per il ciclo successivo.

Applicando il concetto a livello abitativo, ricordandosi di scollegare dalla rete di alimentazione ogni dispositivo elettronico che non si utilizza, si otterrebbe un risparmio di domanda energetica significativo.

Abbinando a questo primo accorgimento, lo spegnimento o attenuazione del sistema di riscaldamento, o raffrescamento nel periodo estivo, all'interno delle stanze che non sono sfruttate in determinati orari, si può ridurre ulteriormente il fabbisogno energetico e fare la differenza sul lungo periodo.

Continuando, utilizzare adeguatamente il sistema di illuminazione artificiale, ovvero solamente nel caso di reale bisogno, definito in termini di visibilità, tenendo conto dell'attività svolta e della effettiva potenza luminosa necessaria a svolgerla, senza eccessi o deficit, si eviterebbero scompensi sia per l'impianto che per gli individui.

Tuttavia, adottare tali abitudini, con costanza può risultare difficile, impegnativo, o addirittura impossibile in certi casi e avere la possibilità di controllarle senza doverci neanche pensare risulta una grande opportunità.

Diventa quindi importante affiancare a un intervento di efficientamento energetico delle abitazioni, un sistema di gestione degli impianti, così da massimizzare le prestazioni energetiche dell'edificio e ridurre ulteriormente consumi e costi grazie a una gestione consapevole dell'intero ambiente.

Questo è possibile grazie all'adozione di un impianto di automatizzazione che, grazie al continuo sviluppo tecnologico, sta prendendo sempre più piede sul mercato.

OBIETTIVO DELLA TESI

L'obiettivo di questa tesi è perciò analizzare consumi e impatto ambientale relativi a una situazione generale di comfort all'interno di un ambiente domestico e successivamente trovare attraverso la domotica una soluzione per: in primis gestire al meglio i carichi energetici che tale comfort comporta, definendo e tagliando quindi l'energia superflua; verificare poi cosa significhi, in termini di risparmi in consumi ed emissioni, questo taglio; infine, sensibilizzare gli utenti a un uso consapevole delle risorse.

1.3.2 METODO

Il primo passo per la stesura di questa tesi consisterà nel definire l'impatto ed il ruolo che ha avuto la tecnologia all'interno dello scenario abitativo dell'ultimo secolo.

Arrivando all'introduzione della domotica e dei sistemi automatici per gli edifici, si analizzerà la loro architettura e il loro funzionamento, elencandone i requisiti, sia a livello di dispositivi meccanici che di calcolo, illustrando le diverse caratteristiche che deve possedere tale impianto, definendo i vantaggi e gli svantaggi legati a ciascuno dei suoi componenti, dando una prospettiva di intervento basata su diverse linee di azione che aiuti a valutare le alternative.

In particolare, verrà effettuata una ricerca inerente i diversi tipi di connessione, con l'obiettivo di inquadrare le necessità relative ognuno di essi, in modo da comprendere come vengono articolate tra di loro le varie funzioni.

Successivamente, uno studio sulla configurazione tipo di un impianto automatico residenziale, aiuterà a comprendere l'entità dell'intervento, muovendo la ricerca verso soluzioni efficienti e dal minimo impatto.

La parte pratica dello studio invece, vedrà l'applicazione dei concetti acquisiti durante la ricerca iniziale, all'interno di un contesto reale.

In primo luogo, si analizzerà lo stato di fatto dell'opera scelta, descrivendone le caratteristiche intrinseche, estrinseche e di contesto, nell'ottica di individuare le migliori strategie atte a migliorare la situazione esistente, senza snaturare i connotati architettonici dell'edificio.

In particolare, si condurrà uno studio sulle prestazioni energetiche dell'involucro, per identificare le componenti critiche, analizzando il fabbisogno di energia primaria dell'edificio.

Una volta conclusa tale ricerca, verranno definiti gli interventi principali in materia di involucro e si rianalizzerà la situazione riguardante il bilancio energetico ed il fabbisogno dell'edificio. Infine, dopo aver proposto un intervento anche in campo impiantistico, introducendo un sistema di controllo e gestione au-

OBIETTIVO DELLA TESI

tomatico delle utenze, verranno comparate le differenze legate ai carichi energetici, tra un impianto a funzionamento continuo ed uno a intermittenza.

L'intervento ipotizzato agisce su un bene appartenente alla storia dell'architettura moderna, che presenta un inestimabile valore dal punto di vista storico-sociale, essendo fortemente legato al passato dell'a comunità in cui si inserisce

Si tratta dell'Unità Residenziale Ovest, ad Ivrea nella provincia di Torino.

L'opera frutto degli architetti Roberto Gabetti e Aimaro Oreglia d'Isola è caratterizzata da elementi architettonici legati al movimento moderno molto forti, i quali però necessitano di un nuovo volto per tornare a rappresentare valori che col tempo si sono persi leggermente.

Con la soluzione di retrofit energetico proposto, si mira a definire delle strategie architettoniche e impiantistiche che combinino l'efficienza energetica ed economica dell'intervento con i caratteri culturali originali dell'edificio.

Pertanto, per offrire una panoramica più esaustiva, sarà condotta un'analisi di sostenibilità economica basata su modello di calcolo Life Cycle Cost.

L'approccio Life cycle Thinking ci permette di stimare i parametri di sostenibilità di diversi scenari, valutandone il diverso impatto economico, ambientale e sociale .

REINVENTING THE FUTURE

“La Macchina è l’Intelletto che domina l’oscura fatica del mondo affinché il margine di tempo libero e di energia che può rendere bella la vita dell’uomo su questa terra possa allargarsi a dismisura.”
The art and craft of the machine, Frank L. Wright, 1901

B I T A -

E L L F U -

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

- .1 EVOLUZIONE DELL'ABITARE
37
- .2 LA CASA DEL FUTURO,
TESTIMONIANZE DAL PASSATO
40
- .3 DA REALTÀ A FINZIONE E RITORNO:
SETTIMA ARTE E DESIGN
46

2.1.1

EVOLUZIONE DELL'ABITARE

Il progresso tecnologico da sempre è chiave di lettura per usi, consumi e comfort di un determinato periodo storico, basti pensare alle analisi energetiche oggetto del precedente capitolo.

L'avvento di nuove e sempre più efficienti tecnologie ha avuto un ruolo fondamentale sotto certi aspetti, permettendoci di incrementare l'approvvigionamento energetico così da poter soddisfare l'inevitabile aumento di domanda energetica dovuto alla naturale crescita demografica degli ultimi decenni.

Le fonti energetiche alternative sono state motivo principale di ricerca nell'ultimo secolo e senza di esse sicuramente, se avessimo continuato a produrre e consumare energia come cinquant'anni orsono, lo stato ambientale-climatico in cui ci troviamo oggi sarebbe completamente differente.

Da sempre la tecnologia permette di raggiungere risultati migliori, con un impiego minore di risorse o di tempo.

Per esempio, la ruota ha permesso di semplificare il trasporto ed ha dato nuovo volto alle infrastrutture, cambiando sia il modo di usarle che quello di costruirle. Si è passati dal carro alla carrozza, dal treno all'automobile, innescando così una "reazione a catena" che ha man mano semplificato il modo di vivere, di abitare.

Più mezzi di trasporto, di qualunque genere, che si tratti di trasporto di beni, di persone o di dati, significano sì migliori infrastrutture e servizi, ma anche diverse abitudini e modi di collegare o usufruire degli spazi: le linee aeree han cambiato completamente la percezione della distanza, quelle telefoniche han ridefinito il modo di comunicare, ma anche, andando più indietro nel tempo, la rete elettrica e quella fognaria hanno introdotto un nuovo concetto di abitare.

Nell'ultimo secolo il modo di abitare ha subito un cambiamento radicale restando al passo con la tecnologia, la quale ne ha modificato le necessità, i metodi di costruzione, ma soprattutto ha avuto un considerevole impatto sulla composizione degli spazi, determinando nuovi ambienti, rivalutando e ridefinendo quelli vecchi, ponendo nuovi interrogativi che han portato

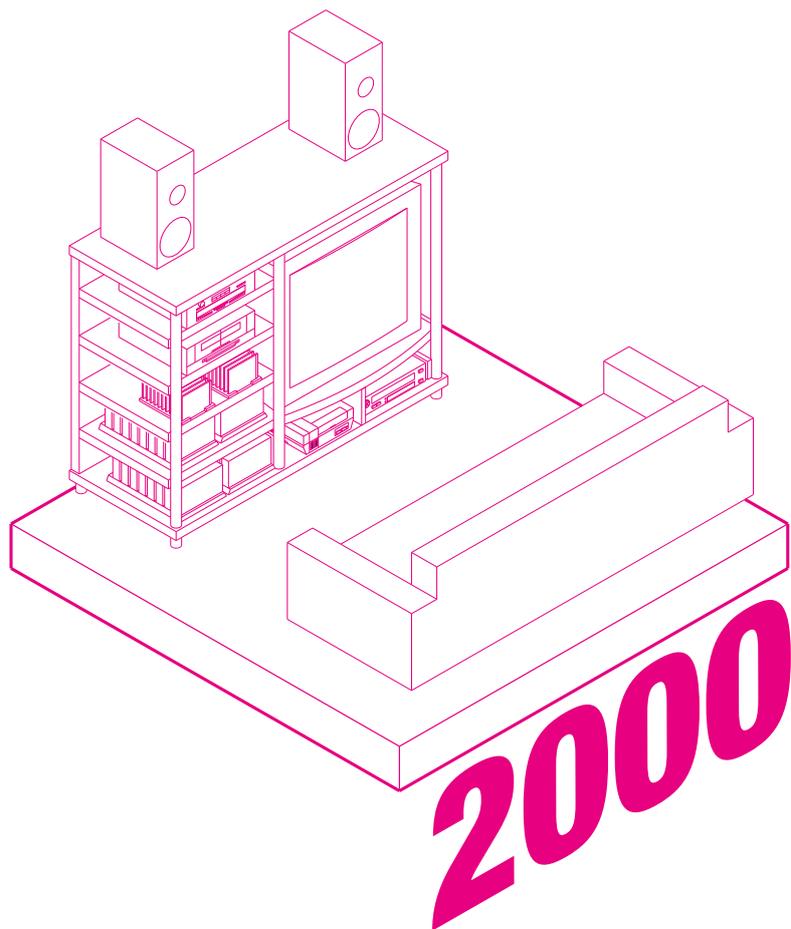
BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

a nuove soluzioni, sia in termini di contestualizzazione, cioè di collegamenti con la realtà urbana, sia per quanto riguarda i servizi all'interno delle abitazioni.

Il processo creativo per definire la composizione delle unità abitative è ora completamente diverso, per far fronte alle moderne necessità, gli spazi non vengono più trattati allo stesso modo e di conseguenza anche le gerarchie sono state ridistribuite.

Per esempio si può far riferimento agli ascensori, ora presenti nella quasi totalità degli edifici, che hanno ridefinito i vani scala e cambiato la distribuzione degli edifici. Il disegno di scalinate monumentali ricche in decori e materialità ora è accompagnato, se non sostituito a tratti, da ascensori scenici il cui movimento dona dinamicità allo spazio.

Oppure, pensando agli arredi all'interno di un'abitazione, i mobili pensati per ospitare un televisore a tubo catodico sono decisamente più grandi, specialmente per quanto riguarda la loro profondità, di quelli pensati per uno schermo piatto, inoltre, l'unificazione di tutti i sistemi multimediali all'interno del televisore stesso ha contribuito notevolmente a questa transizione. Lo spazio che prima occupavano una radio e i suoi altoparlanti, oppure quello di un sistema *home theater*, è stato ridotto a quello per un dispositivo unico, più piccolo e che non necessita obbligatoriamente di corrente elettrica per funzionare, così da poterlo spostare all'occorrenza; i lettori dvd, sono diventati quasi pezzi da collezione con l'avvento delle piattaforme streaming, in cui hai a disposizione un catalogo considerevole di film, serie tv e, dagli ultimi anni, anche di programmi televisivi.

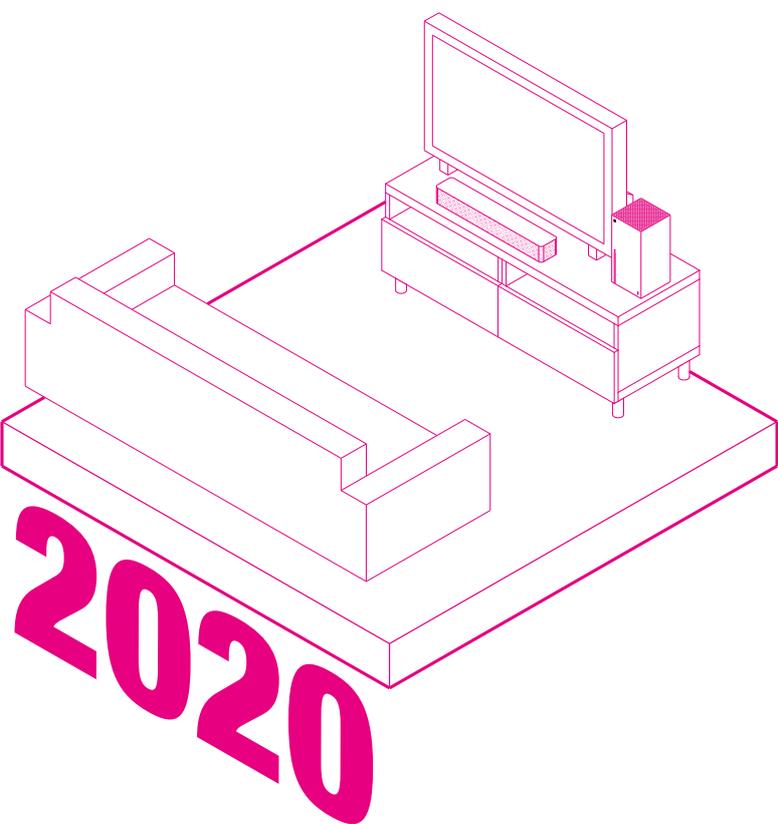


BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

Infine, quelle che un tempo erano concepite come semplici scrivanie a cui svolgere saltuariamente attività di studio o lavoro, ora rappresentano in alcuni casi la succursale del banco di scuola o della scrivania d'ufficio, mentre in altri rappresentano l'ufficio stesso.

Questo apre sicuramente le porte alla ricerca di maggiore riservatezza, ma sottolinea anche l'esigenza di un luogo adatto a soddisfare requisiti di comfort prima trascurati e trascurabili.

Nell'era moderna dunque, allo stesso spazio, o oggetto, che prima si prestava ad una funzione sola, ora, si chiede una versatilità maggiore e la capacità di coordinarsi e allinearsi con esigenze e richieste di altri componenti. Più un elemento è dinamico, in grado di adattarsi a nuovi usi o di dettarne di nuovi, più risulta efficace e vantaggioso.



LA CASA DEL FUTURO, TESTIMONIANZE DAL PASSATO

É con l'arrivo del XIX secolo e con le nuove opportunità tecnologiche dell'epoca che durante gli anni '20 **Richard Buckminster Fuller** inizia a studiare nuove formule abitative, cercando soluzioni che fossero al tempo stesso autosufficienti, producibili in massa, quindi composte di elementi prefabbricati, e adattabili alle esigenze degli inquilini.

Il primo risultato, rimasto prototipo e mai abitato, fu la *Dymaxion (Dynamic - Maximum - Tension) House*.

Unità a pianta esagonale che grazie all'organizzazione dei servizi indispensabili all'interno di un perno strutturale centrale, il quale attraverso un sistema di cavi sosteneva l'intera costruzione, lasciava la pianta libera e modulare permettendo agli occupanti di organizzare gli spazi a seconda delle loro esigenze. Altro aspetto non trascurabile, considerato il contesto storico, erano le turbine eoliche sul tetto, il sistema di raccolta e riuso delle acque e il pacchetto sanitario, anch'esso modulare e noto come *Dymaxion Bathroom*, composto da una doccia che necessitava la sola quantità di una tazza d'acqua calda e un wc che non ne utilizzava affatto.



BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

Quel prototipo venne abbandonato fino al 1944, quando Fuller iniziò, finanziato dalla **Beech Aircraft Factory** del Kansas, una ricerca di due anni arrivando ad articolare il prototipo iniziale in altri due: il prototipo *Barwise* e quello *Danbury*, anch'essi mai riprodotti.

Da questi ultimi due esercizi nasce nel 1948 l'ultimo stadio della ricerca: la *Wichita House*, frutto dell'investimento di **William Graham** che dopo l'acquisto di entrambi gli ultimi prototipi li combina e trasforma nella residenza della propria famiglia.

La pianta diventa da esagonale a circolare, rialzata leggermente da terra invece che completamente sospesa e manterrà, come unico elemento dell'iniziale prototipo, solamente il Dymaxion Bathroom.

Graham donerà in seguito, nel 1991, l'intera costruzione al *Museo Henry Ford*^[5].

Gli studi di Buckminster Fuller sono un chiaro esempio dell'importanza che hanno, e hanno avuto, tutti i progetti non realizzati, risultati indispensabili per alimentare la ricerca verso soluzioni e interrogativi sempre più articolati.

Infatti, più tardi, nel 1956, saranno i coniugi **Allison e Peter Smithson**, a Londra, che proporranno la loro *House of the future*.

Esibita successivamente alla "*Ideal Home Exhibition*" organizzata dal *Daily Mail*, l'unità si presenta con una pianta rettangolare e ambienti articolati attorno a un patio dal profilo irregolare che insieme vengono percepiti come uno spazio continuo, grazie anche a un elemento trasparente posto tra patio e stanze che rafforza la connessione tra gli ambienti.

Nonostante alcuni elementi che possano sembrare posizionati casualmente, ad ognuno di essi è invece stata assegnata una precisa forma e posizione, cercando di raggiungere un punto di fusione tra architettura e arredamento.

Dei pannelli di plastica a ricoprire ogni superficie, soffitto, pareti e pavimento, diventano elemento chiave del senso di continuità che contraddistingue l'intera abitazione^[6].

Nonostante anch'essa sia rimasta un prototipo i segnali di una ricerca nell'innovazione tecnologica sono più che palesi: innanzi-

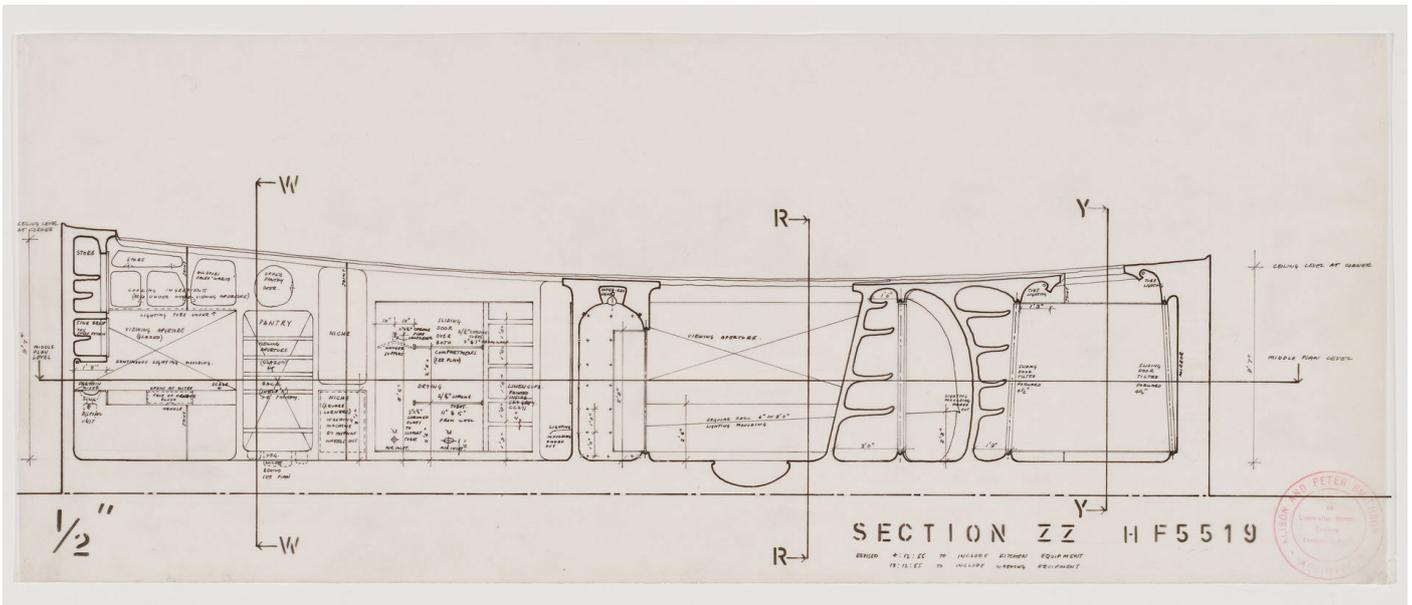
5 e immagine sinistra:

G. Merin, "AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller," *ArchDaily*, Feb. 09, 2019. <<https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller>> (accessed Sep. 16, 2021)

6: J. Zeinstra, "HOUSES OF THE FUTURE," 25 years of Critical Reflection on Architecture, *OASE*, 75, pp. 203–214, 2008. Accessed: Sep. 17, 2021. [Online]. Available: <https://oasejournal.nl/en/issues/75/HousesOfTheFuture>

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

zitutto, la plastica utilizzata come materiale edile e per il mobilio; inoltre, componenti quali il letto e il tavolo da pranzo erano dotati di un meccanismo che permetteva di ritirarli nel pavimento quando non in uso; infine, gli Smithson, innestarono un pannello di controllo, che previa un cablaggio di tutti i dispositivi, permetteva la gestione semplificata di tutte le installazioni, dalla porta dell'ingresso principale, al sistema di ventilazione, dalle configurazioni del mobilio, al sistema di illuminazione, tutto per soddisfare al meglio le necessità degli inquilini⁷.



Altro chiaro esempio di come negli anni si sia fatto riferimento alle innovazioni in campo tecnologico per ideare soluzioni atte a semplificare la vita quotidiana all'interno delle abitazioni, è la Monsanto House of Future.

Nel 1957 la multinazionale di biotecnologie agrarie **Monsanto Company**, in associazione con il Massachusetts Institute of Technology (MIT) e il reparto di ricerca e sviluppo **Walt Disney Imagineering**, finanzia il progetto per una casa futuristica che verrà poi esposta, nei successivi dieci anni, come attrazione del parco a tema **Tomorrowland**, prodotto di **Disneyland**, ad Anaheim in California.

Il progetto, portato, a termine dagli architetti **Richard Hamilton**

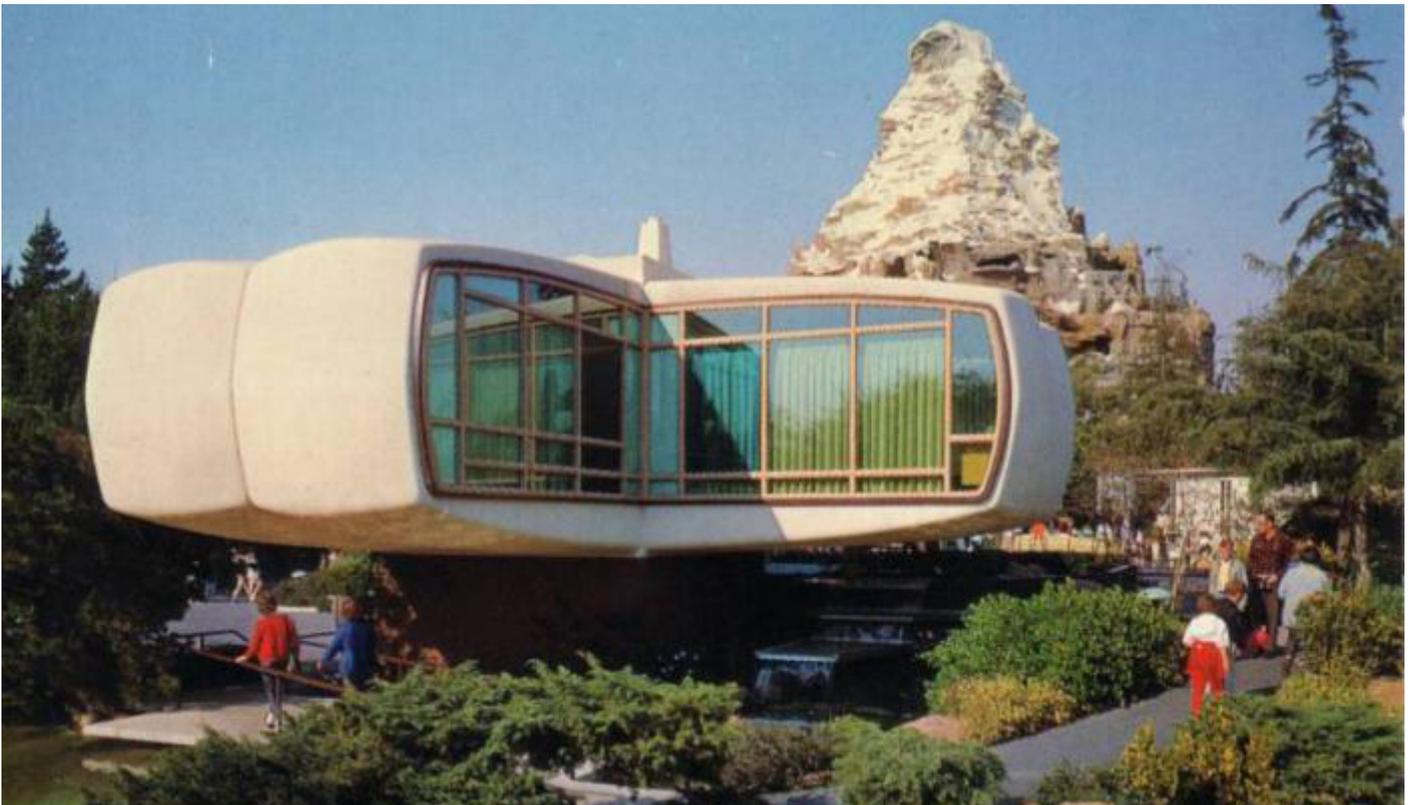
Immagine sopra: House of the future, Sezione. Alison e Peter Smithsons (<https://www.cca.qc.ca/en/articles/issues/2/what-the-future-looked-like/452/1935-your-home-as-an-air-raid-shelter>)

7: R. Lane, "The living House," The site Magazine. <https://www.thesite-magazine.com/read/living-house> (accessed Sep. 20, 2021).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

e Marvin Goody (MIT), aveva lo scopo di dimostrare le svariate maniere di impiego della plastica, riprendendo quel discorso iniziato da Buckminster Fuller quasi trent'anni addietro.

Come nei casi illustrati in precedenza, le superfici, orizzontali, verticali e di chiusura, così come gli arredi, sono realizzati interamente in plastica.



Anche qui, la luce è diffusa nei diversi ambienti attraverso pannelli in plastica installati sul soffitto, per una distribuzione uniforme e naturale.

La cucina è dotata di tutti, e forse anche di più, i comfort dei giorni d'oggi, ciascuno di essi dotato di meccanismo di estrazione/retrazione tramite pulsanti: a partire dalla lavastoviglie, con sistema di lavaggio a ultrasuoni, e funzione di ripostiglio per le stoviglie; immancabili microonde, forno e piano cottura elettrico; infine, per quanto riguarda la conservazione del cibo, frigorifero e congelatore sono divisi e collocati nelle cosiddette "zone fredde", tre in totale, di cui la terza è pensata per il cibo irradiato, ovvero conservato tramite l'esposizione a dosi controllate di radiazioni ionizzanti ad alta energia^[8].

Immagine sopra: Monsanto House of the future (<https://duchessofdisneyland.com/park-history/monsanto-house-of-the-future/>)

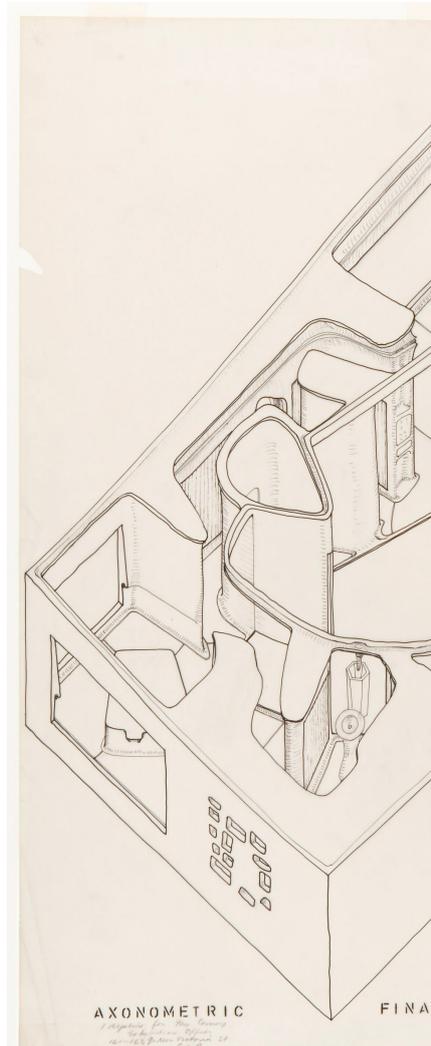
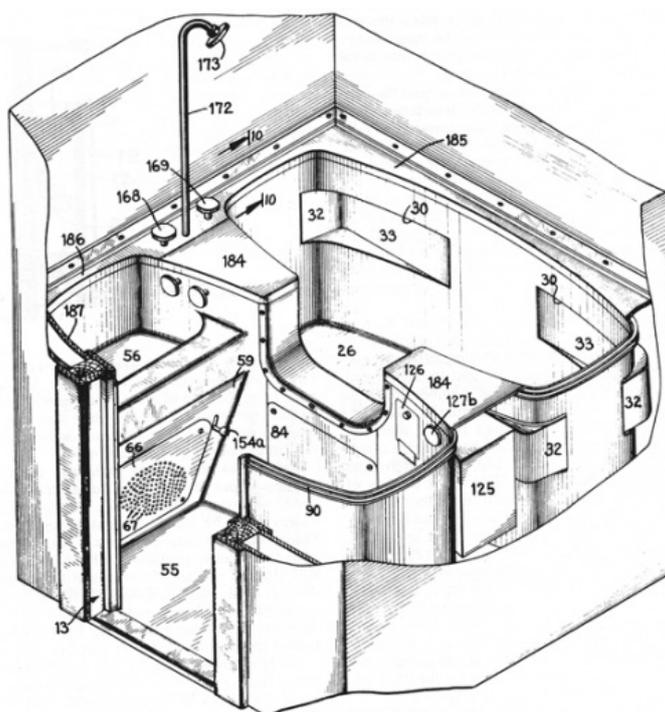
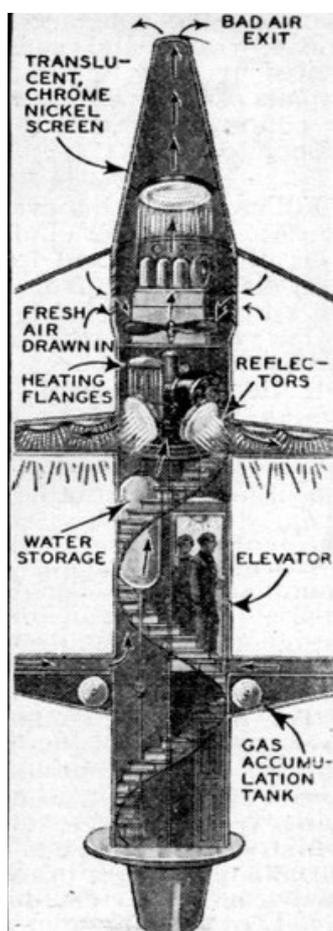
8: Wikipedia, "Irradiazione degli alimenti," Wikipedia, L'enciclopedia libera, Sep. 21, 2021. https://it.wikipedia.org/wiki/Irradiazione_degli_alimenti (accessed Sep. 21, 2021).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

La casa è provvista di un sistema di climatizzazione e ventilazione automatizzato, controllabile da una centralina posta in ogni stanza, con profumatore per ambienti incorporato disponibile in due diverse fragranze, *rose* e *aria di montagna*.

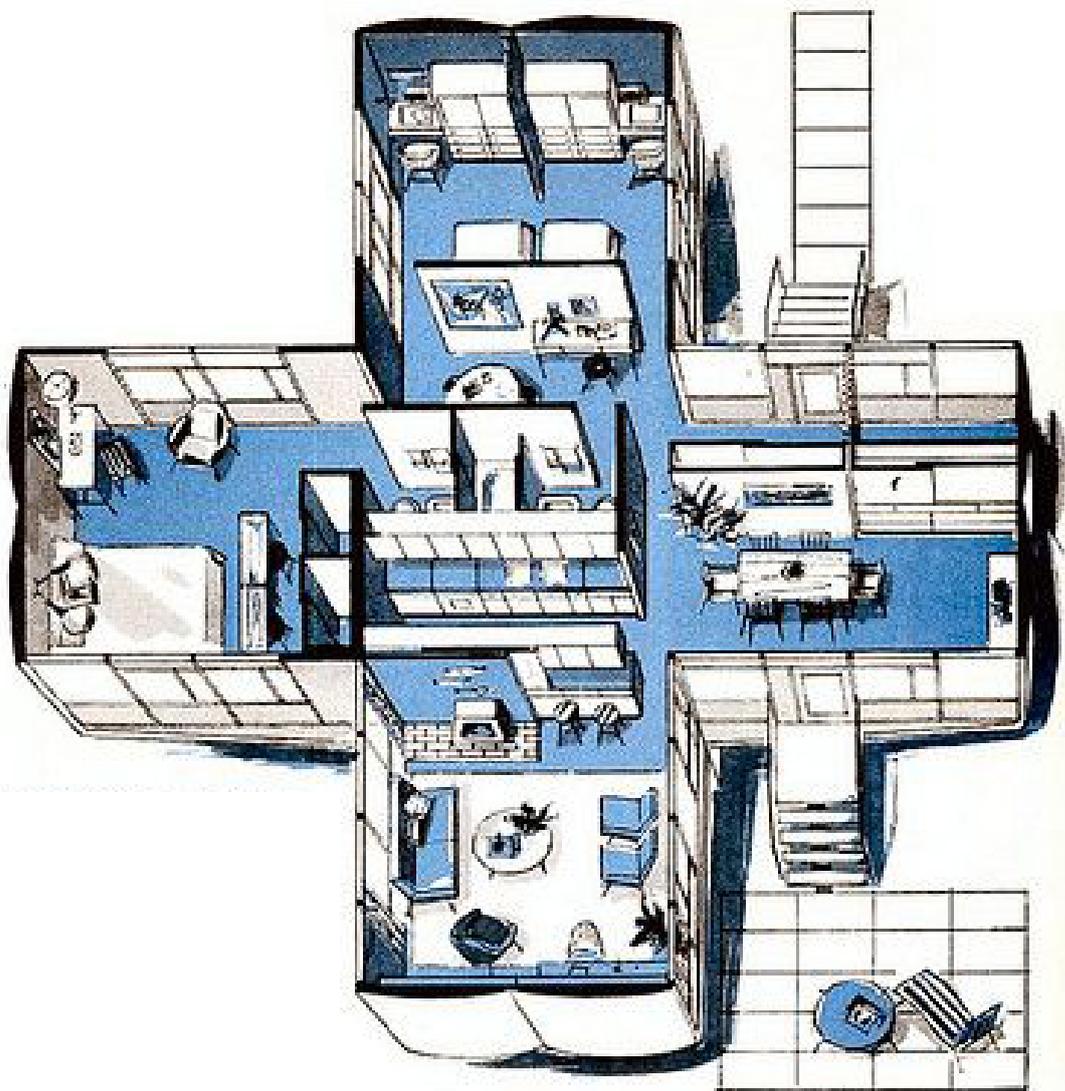
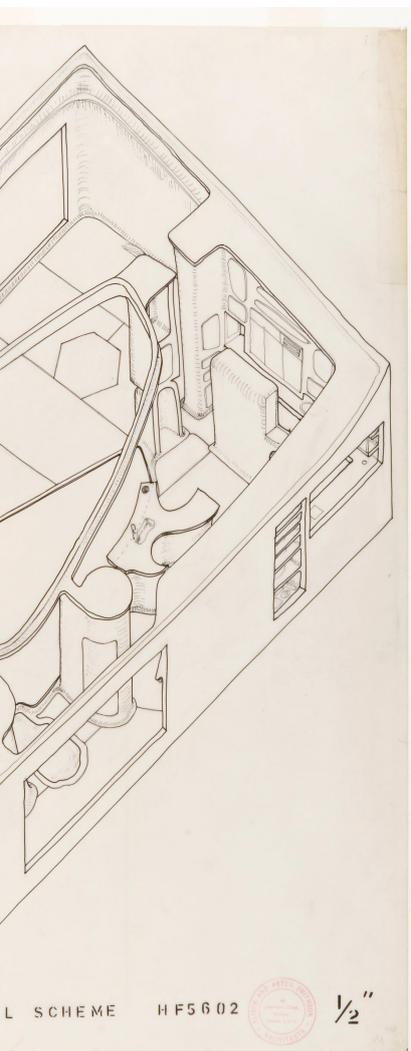
Il bagno è anch'esso un elemento interessante, data la presenza di lavabo regolabili in altezza, per adulti e bambini, rasoio e spazzolino elettrico incorporati, e infine un videocitofono, collegato al sistema di telecamere a circuito chiuso. Allacciati a quest'ultimo si trovano anche un interfono, per la comunicazione tra le stanze, e un telefono vivavoce⁹.

La volontà di integrare nuovi sistemi, frutto dell'evoluzione di quelli esistenti, il fatto di voler raggiungere un livello di comfort più elevato, di cercare una forma di assistenza, sono il segno che la tecnologia sia la chiave per aver più tempo da dedicare alla propria persona, promuovendo l'evoluzione individuale e migliorando di conseguenza lo stato psicofisico. Avere una forma di assistenza permette inevitabilmente di indirizzare al meglio le proprie energie verso ciò che definisce la nostra formazione.



9: The Retronaut, USA. 1957 Monsanto house of the future, (2014). Accessed: Sep. 21, 2021. [Online Video]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=sk2YBA_oa1A

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE



A sinistra: Dymaxion House e
Dymaxion bathroom

Sopra: House of the future

A destra: Monsanto house of
the future

DA FINZIONE A REALTÀ, E RITORNO: SETTIMA ARTE E DESIGN

Konrad Zuse e lo Z3, nel 1941, Alan Turing e *Colossus* nel 1944, John Adam Presper Eckert insieme a John Mauchly e il loro *ENIAC* nel 1946, possono essere considerati i pionieri dell'era digitale moderna, coloro che con i primi computer hanno permesso all'umanità di raggiungere e in seguito di superare limiti prima inimmaginabili.

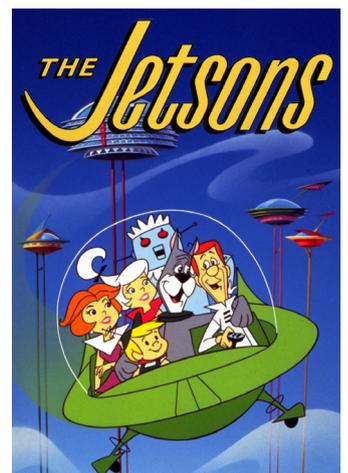
È il 25 maggio del 1961, durante un Congresso speciale a Washington John Fitzgerald Kennedy annuncia che gli Stati Uniti d'America “*si impegneranno a realizzare l'obiettivo, prima della fine del decennio, di far atterrare un uomo sulla Luna*”^[10].

Iniziano quindi i primi viaggi interstellari, accompagnati da uno sviluppo tecnologico che cresce esponenzialmente, con risultati che inevitabilmente si riversarono sulla vita di tutti i giorni. L'evoluzione in questo campo permette quindi ai progettisti, di interni come di esterni, di oggetti come di edifici, di pensare e in seguito realizzare prodotti che prima erano presenti solo all'interno di opere di fantascienza, o viceversa, di portare all'interno di un contesto fittizio, che sia una pellicola cinematografica o un romanzo, oggetti o concetti presi dalla vita quotidiana.

Storicamente, l'influenza che hanno avuto letteratura, cinematografia e tecnologia, reciproca, ma anche sulla vita di tutti i giorni, è chiara e indiscutibile, arrivando spesso a prendere spunti l'una dall'altra^[11].

Negli stati uniti, ad inizio anni '60, precisamente nel 1962, va in onda un programma della **Hannah-Barbera Inc.** indirizzato ai ragazzi, ambientato nel 2063: *The Jetsons*, I pronipoti. Così come *The Flintstones*, Gli antenati, la situation-comedy animata narra la vita nel XXI secolo dal punto di vista della famiglia Jetson, mettendo in luce dinamiche dell'epoca affrontate con la presunta tecnologia del futuro.

I mezzi di trasporto utilizzati sono macchine volanti, che si riducono a valigette ventiquattrore per andare al lavoro; l'umanità si è trasferita nell'atmosfera; le case e gli edifici sono completamente autonomi, e ad occuparsi della gestione della casa ci



10: J. F. Kennedy, “Programma Apollo,” Congresso degli Stati Uniti. Washington, May 25, 1961

11: S. Charara, “The movie smart homes and apartments we desperately want to live in,” *The ambient - Inspiration*, Jan. 26, 2018. <https://www.the-ambient.com/features/movie-smart-homes-we-wish-we-could-live-in-286> (accessed May 12, 2021).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE



sono dei robot-maggiordomi al completo servizio degli umani; ogni attività ha il suo surrogato automatizzato che permette ai protagonisti di restare in disparte senza faticare^[12].

La serie verrà utilizzata in Italia anche per gli annunci pubblicitari dei piccoli elettrodomestici “per la cucina, per il bagno e per la casa”^[13] dell’azienda Girmi.

Negli stessi anni, lo scrittore Arthur Charles Clarke e il regista Stanley Kubrick iniziano a lavorare a quello che nel 1968 sarà *2001: Odissea nello spazio*, pellicola se vogliamo pionieristica dell’era cinematografica moderna che ha dato una svolta al modo di fare, vedere, percepire e apprezzare il cinema.



È stato il film che ha “lanciato” il genere fantascientifico, prima di allora considerata categoria di *serie B*, un film che ha insegnato molto: al pubblico, innanzitutto, per la sua anima quasi filosofica, ma soprattutto ai cineasti, per le sue inquadrature avanguardistiche, per l’adattamento della colonna sonora e per l’uso strabiliante degli effetti speciali^[14].

Il film si svolge su un’astronave che fungerà da casa per l’astronauta David Bowman (interpretato da Keir Dullea), Ulisse dei giorni nostri alle prese con un viaggio interstellare, alla ricerca di sé stesso accompagnato dai quesiti irrisolti della vita. A comporre l’astro-casa troviamo dei monoblocchi funzionali, gestiti da un’intelligenza artificiale di nome HAL^[15].

“Personalità” HAL, tra l’altro, a cui si ispireranno gli scrittori de *I Simpson* per l’episodio speciale di *Halloween*, *La paura fa novanta*, andato in onda nel novembre del 2001, nel quale la famiglia effettua un miglioramento alla propria abitazione, trasformandola in una casa autonoma molto simile a quella di Kubrick e anch’essa governata da un’IA^[16].

Sempre nel 1968, esce *The party* di Blake Edwards, commedia tributo alla scena comica statunitense che vede come protagonista un attore dalle dubbie capacità recitative che, per una serie di eventi fortuiti, viene invitato a una festa esclusiva. Luo-

12: W. Hanna and J. Barbera, “The Jetsons,” ABC, USA, 1962

13: Girmi, “Pubblicità Girmi,” RAI, Italia, 1968. Accessed: Sep. 22, 2021. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=T3pOUYeQQHI>

14: P. Parise, “2001: Odissea nello spazio - Il motivo per cui è nato il cinema,” Cinefacts, Sep. 15, 2018. <https://www.cinefacts.it/cinefacts-articolo-30/2001-odissea-nello-spazio-il-motivo-per-cui-e-nato-il-cinema.html> (accessed Sep. 20, 2021).

15: S. Kubrick and A. Clarke, USA. 2001: Odissea nello spazio, (Apr. 02, 1968).

16: J. Cohen, J. Frink, D. Payne, and C. Omine, “The Simpsons 13x01 - La paura fa novanta XII,” FOX, USA, Sep. 06, 2001.

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

go di quest'ultima è una villa in cui ogni dispositivo è gestito da una centralina elettronica, piscina, elettrodomestici, sistema di intrattenimento...

La trama è un susseguirsi di gag esilaranti dovute all'interazione del protagonista, Hrundi V. Bakshi (interpretato da Peter Sellers), con i sistemi della casa, ma senza particolare successo **[17]**.

Come affermato in precedenza, le scene viste sul grande schermo han contribuito molto allo sviluppo creativo di molti progettisti, specialmente nel campo del design **[18]**.

Di fatti, prima il designer italo-tedesco, pioniere del *biodesign*, Luigi Colani, nel 1968 progetta e presenta il suo Monoblocco cucina, un elemento sferico in plastica dotato di ogni accessorio e di postazione di comando, su commissione della ditta produttrice di cucine Poggenpohl, che inizierà in seguito la produzione di cucine in blocchi; successivamente, nel 1972, durante *Italy: the new domestic landscape*, mostra tenutasi al MoMA



17: B. Edwards, USA. *The party*, (Apr. 04, 1968).

18: M. Corsetti, "Past future houses," in *Digital habitat. Evolving architecture international network*, P. Martegani, Ed. Roma: Mancosu Editore, 2006, pp. 44–51. Accessed: Sep. 20, 2021. [Online]. Available: https://www.academia.edu/353369/Past_Future_Houses_Breve_cronologia_delle_esperienze_del_Ventesimo_secolo_sulla_Casa_del_Futuro

Immagine in alto: Monoblocco cucina, L. Colani (<https://www.poggenpohl.com/about/>)

Immagine in basso: Blocco d'arredamento, J. Colombo (<http://www.atlasofinteriors.polimi.it/2015/03/16/joe-colombo-total-furnishing-unit-museum-of-modern-art-new-york-1972/>)

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

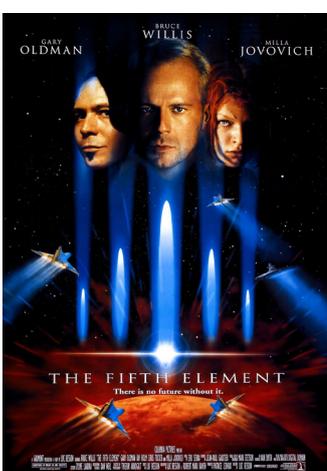
di New York, il designer italiano Joe Colombo espone il suo *Blocco d'arredamento*: un'unità abitativa, organizzata in blocchi, completa di bagno, cucina e infine zona notte che, grazie alla possibilità di organizzare la distribuzione diversamente a seconda delle esigenze, può essere trasformata in studio^[19]. Quella di monoblocchi funzionali, capaci di sintetizzare utilità e comodità, sarà una ricerca che impegnerà negli anni a venire diversi progettisti e aziende produttrici.

Dunque, la transizione verso un modello di casa più confortevole da abitare, che si evolva costantemente rispondendo ai bisogni dell'utente e che attraverso la tecnologia diventi un elemento di natura organica, è appena incominciata.

È durante gli anni Ottanta che diventa sempre più evidente quella che ormai sembrava essere la nuova dimensione dell'ambiente domestico, che non si presentava più come sola rappresentazione utopistica di un pensiero sconnesso dalla realtà e possibile solamente in opere frutto dell'immaginazione di artisti o visionari.

Se in ambito fantastico, in *Blade Runner*, film del 1982, Ridley Scott ci presenta il suo protagonista Rick Deckard (interpretato da Harrison Ford), come agente speciale di una Los Angeles distopica, che vive in un appartamento composto di moduli, all'interno e all'esterno, automatizzato^[20]; o ancora, nel prodotto di Luc Besson del 1997, *Il quinto elemento*, ambientato in una New York del 2263, l'appartamento dell'autista di taxi volanti, Korben Dallas (interpretato da Bruce Willis), ricorda molto il monoblocco d'arredamento ideato da Colombo^[21]; al contempo in ambito edilizio troviamo le prime abitazioni in grado di gestirsi completamente da sole, sia dal punto di vista energetico che da quello funzionale.

Il primo modello di casa completamente controllata da un microprocessore è conosciuto come *Casa del Futuro Ahwatukee*, Phoenix Arizona, ed è il prodotto di una firma di architettura formata da apprendisti di Frank Lloyd Wright, che dopo la sua dipartita fondarono la Taliesin Associated Architects.



20: R. Scott, USA. Blade Runner, (Mar. 1982).

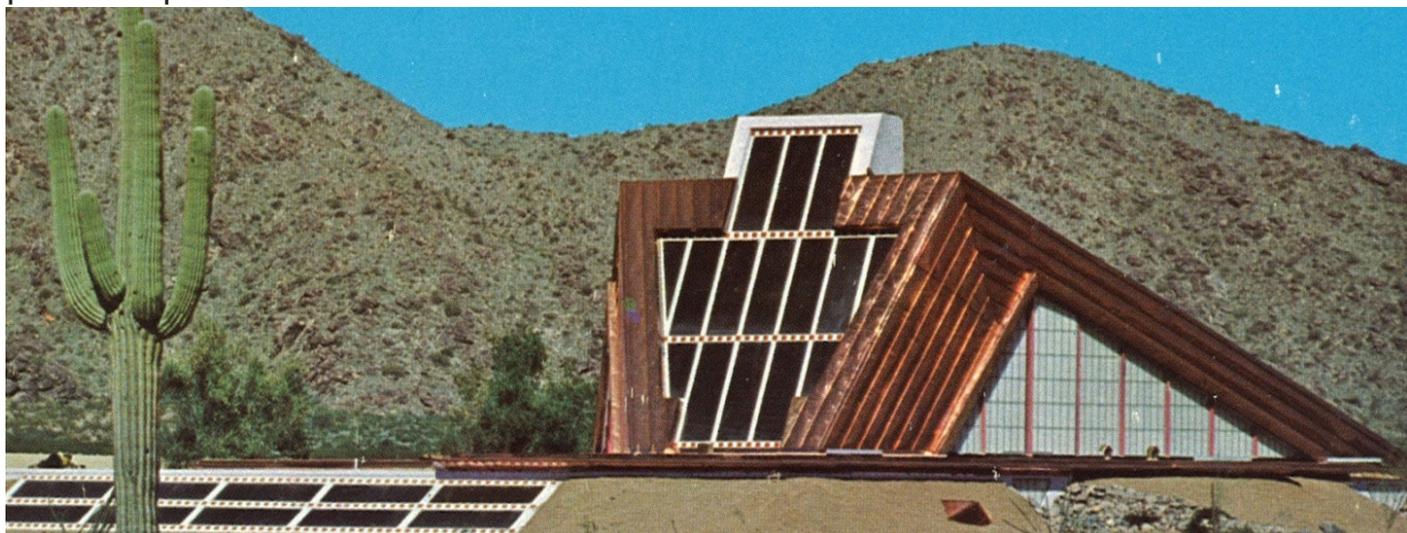
21: L. Besson, Francia. Il quinto elemento, (Oct. 30, 1997).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

Nel 1978 Randall Presley commissiona a Charles Schiffner un *laboratorio vivente*, che servirà a testare le ultime novità in termini di tecnologie per l'automatizzazione domestica. Schiffner comincia quindi a coinvolgere diverse aziende per ottenere una collaborazione e inizia "a pensare al computer come a un servizio e, successivamente, a cosa questo servizio sia in grado di offrire", integrando l'informatica nell'architettura e trasformando la casa in un oggetto bionico.

A gestire i circa 285 m² della casa troviamo cinque computer in grado di occuparsi ognuno di uno specifico compito tra climatizzazione, apertura e chiusura di porte e finestre, e infine sicurezza, tra cui è compresa la funzione di avviso alle autorità in caso di pericolo.

Inoltre, proprio come HAL, la casa era pensata per interagire con l'utente, tramite un assistente chiamato *Tukee*, capace di parlare e prendere comandi.

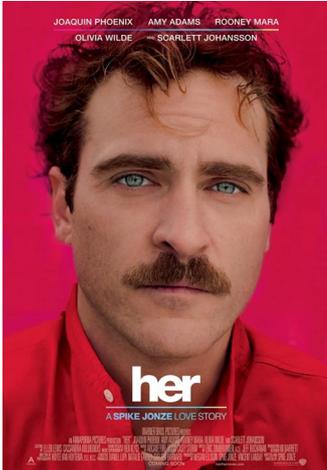


L'opera è contraddistinta da un cablaggio elettrico a tre vie, che ne permette una flessibilità maggiore dal punto di vista delle funzioni, consentendo allo stesso interruttore di operare in maniere differenti a seconda di differenti scenari.

Non solo per la questione informatica, in contesto tecnologico casa Ahwatukee era innovativa sotto tutti i punti di vista: presentava un impianto di pannelli solari, un particolare sistema di blocchi in cemento e una configurazione tale da essere ripetuta

22: Frank Lloyd Wright Foundations, "A Showcase of Ideas: Taliesin Associated Architect Charles Schiffner's House of the Future," *The Whirling Arrow*, Jun. 13, 2019. <https://franklloydwright.org/a-showcase-of-ideas-taliesin-associated-architect-charles-schiffners-house-of-the-future/> (accessed Sep. 24, 2021).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE



in serie.

Al centro della ricerca di Schiffner non era tanto la voglia di ideare la casa del futuro, quanto quella di rappresentare le diverse configurazioni possibili, in quella che lui stesso ha definito “un’esibizione di idee” più che una soluzione definitiva.

L’opera è diventata quindi un’esibizione di progresso, un manifesto fruibile al pubblico per due anni prima di conquistare definitivamente uno tra i 200 milioni di visitatori e diventare una residenza privata^[22].

Questi esperimenti nel tempo hanno sempre avuto come obiettivo quello di migliorare la vita dell’uomo, cercando di semplificare la routine quotidiana.

Ogni sistema o dispositivo inventato ha inizialmente stravolto la società, ma le continue migliorie tecnologiche han fatto sì che si integrassero sempre più nell’immaginario e nella consuetudine dell’individuo, arrivando a risultare impercettibili e indispensabili allo stesso tempo.

Si può apprezzare un’ottima rappresentazione di una – all’epoca – futuristica “realtà” in *Her* di **Spike Jones**, che nel 2013 ci presenta il mondo di uno scrittore fantasma, Theodore Twombly (interpretato da **Joaquine Phoenix**), dove l’essere umano è ormai in totale connessione con il computer di casa, su cui è installato un sistema operativo dotato di un’intelligenza artificiale capace di mutare e adattarsi all’utente interagendo con lui; assumendo la funzione di assistente ventiquattrore diventa in grado di gestire ogni aspetto della vita quotidiana del protagonista, dalla “manutenzione” della casa, all’intrattenimento musicale e videoludico, dall’organizzazione degli appuntamenti medici, allo sviluppo di relazioni con altri utenti^[23].

Nonostante questa fosse solamente un’opera di fantasia, il mondo non tarderà a vedere qualcosa di simile realizzato e alla portata “di tutti”.

Nel 2010, al *Lab126* di Amazon si inizia a pensare a un altoparlante audio con connessione *Bluetooth*, in grado di riprodurre musica, ma anche di fare ricerche online e interagire con



23: S. Jonze, USA. Her, (Oct. 12, 2013).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE

gli utenti, rispondendo a domande sul clima o a piccoli test, dotata quindi di un sistema operativo provvisto di intelligenza artificiale, *Alexa*.

L'oggetto in questione si chiama *Amazon Echo* e viene lanciato sul mercato statunitense nel giugno 2015 dopo che verso la fine del 2014 uno degli ingegneri tra gli sviluppatori contribuisce a quella che è stata la svolta per l'azienda, introducendo la possibilità di mettere in contatto Echo con qualunque dispositivo supporti una connessione internet^[24].

Nasce dunque un nuovo mercato in cui si trovano diverse aziende, nuove e non, tra cui alcune che mirano a fornire dispositivi che si possano collegare alla rete, inizialmente elementi di tutti i giorni come lampadine e prese elettriche, per poi espandere la funzione a quasi tutti gli strumenti che necessitano di elettricità; altre aziende invece hanno lo scopo di ideare, o migliorare, altre IA con relativi dispositivi di controllo, come ad esempio *Siri* alla *Apple*^[25], o *Google Assistant*^[26] a *Google*.



24: Wikipedia, "Amazon Echo," Wikipedia, L'enciclopedia libera, 2021. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Amazon_Echo&oldid=119661793 (accessed Sep. 27, 2021).

25: Wikipedia, "Siri," Wikipedia, L'enciclopedia libera, 2021. <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Speciale:Cita&page=Siri&id=121424043&wpFormIdentifier=titleform> (accessed Sep. 27, 2021).

26: Wikipedia, "Google Assistant," Wikipedia, L'enciclopedia libera, 2021. https://it.wikipedia.org/wiki/Assistente_Google (accessed Sep. 27, 2021).

BUILDING AUTOMATION, REALTÀ IN EVOLUZIONE



Da sinistra: Fermo immagine dalla pubblicità Girmi, (<https://www.youtube.com/watch?v=T3pOUYe-QQH1>); Fermo immagine dal film 2001: Odissea nello spazio; Render appartamento Korben Dallas, The 5th element. Cassidy Summers (<https://www.artstation.com/artwork/rRDRPm>); Fermo immagine dal film Her; Fermo immagine dal film The Party; Fermo immagine dall'episodio de I Simpsons

212 INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

.1

GLI IMPIANTI AUTOMATICI
57

.2

REQUISITI FISICI E TECNICI
63

2.2.1

GLI IMPIANTI AUTOMATICI

In una società in cui rapidità, velocità e semplicità fanno da padrone, la volontà di identificare ed esplorare nuove abitudini è legata fortemente agli strumenti di cui ci equipaggiamo.

Le strade moderne sono governate ormai da una varietà di elementi impressionante, che hanno saputo farsi largo tra le tradizioni grazie alle svariate nuove possibilità in grado di offrire. Il cavallo ha lasciato posto alle biciclette, che a loro volta sono state sostituite dalle bici e dai monopattini elettrici, per coprire brevi distanze con più rapidità ed efficienza; le auto sono il risultato di un'automazione delle carrozze, che hanno semplificato gli spostamenti individuali quotidiani; tram e metropolitane invece hanno tradotto il concetto di treno in chiave urbana, portando il trasporto di beni e persone ad un altro livello; le cabine

telefoniche sono state sostituite da dispositivi collegati alla rete Internet permettendo, chiaramente, di svolgere la classica funzione di chiamata (gratuitamente attraverso Skype), ma anche di consultare GoogleMaps, ricaricare i dispositivi personali come telefono cellulare e tablet, e soprattutto di fungere da punto di accesso alla rete tramite connessione Wi-Fi pubblica^[27].



Questo cambiamento, tecnologico, di abitudini e di possibilità, ha fatto sì che si iniziasse dunque a pensare concretamente a una nuova tipologia di abitazione, a cui corrisponde di conseguenza un nuovo modo di abitare, che vede gli ambienti domestici abitati molto più frequentemente e dove spesso convivono simbioticamente vita professionale e privata, determinando quindi la necessità di ricreare scenari diversi all'interno dello stesso locale.

Dopo aver acquisito la capacità di trasformare quasi ogni oggetto che ci circonda, in un elemento in grado di "ragionare", finalmente "è arrivato il momento che le case intelligenti diventino realtà"^[28].

27 e immagine: "New York City Link." New York. (<https://www.link.nyc>)

28: C. Kindle, "CEDIA," 2016.

Quando si parla di case intelligenti si distinguono due diverse

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

“scuole di pensiero”.

Da un lato si fa riferimento alla domotica, concetto che, come precedentemente accennato, radica le sue basi più indietro nel tempo.

Secondo l'*Enciclopedia Treccani*, la parola domotica deriva dal francese *domotique*, ed è composta dai termini latini *domus*, casa, e *informa-tique*, informatica^[29].

È considerata quindi la scienza che si occupa di applicare l'informatica agli impianti e ai dispositivi utilizzati all'interno delle abitazioni, al fine di automatizzarli.

Qui le funzioni degli apparecchi sono gestite da una centralina, principalmente fissa, dotata di intelligenza artificiale, pertanto è quasi obbligatorio intervenire fisicamente sull'impianto elettrico e quindi prevedere ante realizzazione le funzioni e le tecnologie che si intende adottare.

Dall'altro lato invece si colloca l'*Internet delle cose*, Internet of Things in inglese (IoT), la cui esponenziale diffusione è dovuta al recente potenziamento ed efficientamento nel campo delle telecomunicazioni. Se ne sente parlare per la prima volta nel 1999 da Kevin Ashton, ingegnere inglese cofondatore dell'Auto-Id Center di Massachusetts^[30].

Il concetto alla base segue la filosofia che qualsiasi cosa, essere umani, oggetti, tempo e spazio possano essere integrati nella rete internet e così collegati tra loro, introducendo la possibilità di scambiarsi le informazioni, raccolte ed elaborate.

Ogni dispositivo ha un sistema proprio ed è correlato ad applicazioni specifiche, dopo averli collegati a un “assistente” esso si occupa di inviare i comandi che riceve ad ogni sottosistema, permettendo così interventi meno invasivi in caso di espansioni o modifiche.

Secondo *La Società a Costo Marginale Zero*, dell'economista statunitense Jeremy Rifkin, infatti, l'uso di sensori legati all'IoT è passato da circa 10 milioni nel 2007, a 3,5 miliardi circa nel 2013, e si stima che entro il 2030 saranno 100 trilioni^[31].

In entrambi i casi l'ottica è quella di semplificare la gestione dei diversi dispositivi e sistemi di un'unità abitativa, coordinan-

29: Vocabolario Online Treccani, “Domotica,” Vocabolario Treccani Online. Accessed: Sep. 20, 2021. [Online]. Available: <https://www.treccani.it/vocabolario/domotica/>

30: Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Gestionale, “Internet of Things (IoT),” Blog osservatori.net. https://blog.osservatori.net/it_it/cos-e-internet-of-things (accessed Jan. 14, 2022).

31: J. Rifkin, *La società a costo marginale zero*. Milano: Mondadori, 2014.

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

do tutti i sistemi su un'unica rete, pianificando e monitorando modi e tempi di utilizzo di essi attraverso un computer centrale. Rete che, per quanto riguarda la domotica è cablata, come vedremo in seguito, mentre per l'IoT sfrutta sia le linee internet wireless che quelle Bluetooth, dipendendo ovviamente da quella elettrica.

Le funzionalità sono pressoché le stesse, cambiano i metodi di installazione e le modalità di configurazione, ma sono proprio le differenze che caratterizzano i due sistemi che aiutano ad orientare la propria scelta sulla soluzione da adottare nel momento in cui si debba acquistare o ristrutturare un immobile.

Un sistema integrato permette in generale di:

- gestire gli impianti di climatizzazione, ottimizzandone i consumi;
- controllare da remoto, o autonomamente, l'apparato d'illuminazione ed elettrico in generale;
- analizzare la qualità dell'acqua e dell'aria, quindi migliorare la ventilazione (naturale e non);
- monitorare le aree dell'abitazione, avvisando utenza e autorità in caso di effrazione, guasti, o di eventi pericolosi quali incendi, perdite di gas o allagamenti;
- semplificare alcune attività domestiche in caso di disabilità e gestire la sicurezza della casa;
- realizzare uno storico di dati allo scopo di sì monitorare la situazione domestica, ma anche di consapevolizzare l'utente dei propri consumi, sensibilizzandolo a un uso intelligente delle proprie risorse, permettendo un controllo incrociato simultaneo tra il livello di comfort percepito, quello effettivo e il peso energetico-economico legato ad essi.

Grazie all'evoluzione continua dei singoli sistemi componenti l'abitazione, oggi i sistemi di automazione sono più facili da reperire, configurare e adattare all'uso dell'individuo; quindi, se in passato pensare di installare un impianto domotico poteva risultare possibile prevalentemente in caso di costruzione ex novo, oggi lo scenario che ci si prospetta è ben più ampio

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

e comprende anche casi come quello di una ristrutturazione integrale dell'unità, o parziale, ad esempio del solo impianto elettrico o parte di esso.

Che si decida di affidarsi a un impianto domotico o ad un sistema di strumenti dell'IoT, bisogna far fronte alle necessità di soddisfare diversi requisiti:

- *integrazione*, comunicare con i diversi impianti installati, garantendo una gestione comune di essi;
- *apertura*, avere canali di comunicazione (tra dispositivi e con l'utente) diversi, per l'inserimento di nuove tecnologie col tempo; poter utilizzare componenti compatibili; infine comunicare col mondo esterno in modi diversi, attraverso un telefono cellulare, internet, linea elettrica, eccetera;
- *flessibilità*, adattarsi alle esigenze e le funzioni richieste senza dover intervenire sull'hardware;
- *semplicità*, facile utilizzo e interfaccia comprensibile e adattabile anche all'uso da parte di utenti non particolarmente abili con la tecnologia, o estranee a determinati sistemi;
- *adattabilità*, conservare nel tempo le caratteristiche prestazionali dichiarate dal produttore;
- *continuità di funzionamento*, mantenere le funzioni anche in caso di blackout, adottando batterie ausiliarie o gruppi di continuità (Uninterruptible Power Supply – UPS), o in seguito a un guasto, dovendo quindi permettere di controllare manualmente i dispositivi (ovviamente il sistema deve essere in grado di segnalare natura ed entità del guasto);
- *espandibilità*, poter aggiungere elementi supplementare per rispondere alle esigenze, quindi permettere di aumentare sia il numero di ingressi o uscite che la capacità di comunicazione con i sottosistemi, oppure di aggiungere nuove funzioni quali ad esempio altoparlanti e microfoni per il controllo vocale^[32, pp. 34-37].

Un edificio è ritenuto sostenibile quando riduce gli impatti negativi sull'ambiente a livello locale e globale, mitigando il consumo di energia, acqua e materiali, per definizione dell'U.S. Green Building Council^[33].

La comprovata efficienza degli impianti automatici è sita anche

33: J. Kriss, "The definition of green building," What is green building?, Aug. 06, 2014. <https://www.usgbc.org/articles/what-green-building> (accessed Jun. 20, 2022).

32: G. G. Quaranta, La domotica per l'efficienza energetica delle abitazioni, Prima Edizione. Rimini: Maggioli Editore, 2009.

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

nel fatto che in materia di protocolli per valutare la sostenibilità ambientale dei progetti, introdotti negli ultimi anni su scala mondiale, come LEED, BREEAM, WELL, eccetera, inserire una componente di gestione automatica del sistema, può fare la differenza in quanto a crediti ottenibili per ottenere le certificazioni di grado più elevato.

Il programma LEED, per esempio, è basato sull'ottenimento di tali crediti, 110 in totale, divisi su sei macrocategorie di classificazione, per ognuna delle quali è necessario anche soddisfare dei prerequisiti, obbligatori e non³⁴, alle quali quindi bisogna porre particolare attenzione già durante le prime fasi progettuali:

- trasporto e ubicazione, per un massimo di 16 crediti;
- sostenibilità del sito, un prerequisito, 10 crediti massimo;
- gestione efficiente delle acque, 3 prerequisiti, 11 crediti massimo;
- energia e atmosfera, 4 prerequisiti, 33 crediti massimo;
- materiali e risorse, 2 prerequisiti, 13 crediti massimo;
- qualità degli ambienti interni, 2 prerequisiti, 16 crediti massimo;

A queste si aggiungono altre due categorie, per un totale di 10 punti aggiuntivi:

- innovazione nella progettazione, 6 crediti;
- priorità regionali, 4 crediti

La somma dei crediti totali è il criterio di attribuzione del livello di certificazione: base con punti da 40 a 49; argento da 50 a 59; oro da 60 a 79; platino da 80 a 100.



40 - 49 PUNTI



50 - 59 PUNTI



60 - 79 PUNTI



> 80 PUNTI

34: "6 macro Categorie e relativi Crediti associati," I crediti LEED® nella valutazione di un progetto. <https://www.certificazioneleed.com/edifici/> (accessed Jun. 21, 2022).

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

L'adozione della tecnologia KNX, per esempio, permette di raggiungere un massimo di 54 crediti, che divisi nelle rispettive categorie corrispondono a: 3 per trasporti e ubicazione; 1 per la sostenibilità del sito; 6 per la gestione efficiente delle acque; 33 in ambito energia e atmosfera; 1 per materiali e risorse; 7 per la qualità degli ambienti interni; infine, 5 dovuti all'innovazione nella progettazione^[35].



54 CREDITI

35: J. Arias García and M. Á. Jiménez Ibricu, KNX for LEED: Enhancing LEED certification through implementing KNX technology, Prima edizione. Diegem-Brussels: KNX Association cvba, 2013.

2.2.2

REQUISITI FISICI E TECNICI

L'integrazione dei diversi apparati dell'abitazione ha lati positivi sotto molti punti di vista.

Le opportunità che si presentano sia in chiave produttiva che esecutiva sono innumerevoli.

Prendendo in esame una qualsiasi costruzione si può definire come componente fisica tutto ciò che concerne gli aspetti materiali, come gli spazi e il loro involucro, mentre gli utenti, le persone che abitano e agiscono all'interno degli ambienti possono considerarsi l'organismo di tale sistema.

Dunque, se da una prospettiva fisica, avere un edificio altamente performante può aiutare a raggiungere determinati standard energetici, dal punto di vista organico, una mancanza di attenzione alle modalità d'uso delle risorse o delle proprietà della struttura, può risultare in una situazione totalmente contraria, causando una perdita in termini sia energetico-finanziari che di comfort individuale.

Integrare i sistemi tra loro, a livello applicativo, vuol dire essere in grado di mettere in comunicazione la quasi totalità degli impianti che ci circonda, arrivando a poter modificare gli ambienti interni a piacimento e a seconda della condizione che si vuole raggiungere, dando così loro la possibilità di imparare i nostri usi e le nostre preferenze. Inoltre, avere la possibilità di capire come effettivamente viene utilizzato l'ambiente che ci ospita, aiuterebbe a diffondere maggiormente un senso di consapevolezza comune, risultando in un miglior impiego delle risorse a nostra disposizione, imparando dunque cosa sia superfluo per soddisfare le nostre abitudini. Potendo monitorare parallelamente giorno per giorno l'andamento delle disponibilità, proprie e locali, rispetto al livello di comfort esperito, sarebbe più semplice definire quali accorgimenti occorre applicare al fine di migliorare quanto raggiunto.

L'integrazione dell'informatica all'interno di una costruzione è utile per gestirne al meglio entrambi i suoi aspetti, fisico e organico, evitando sprechi o deficit.

Un buon impianto è caratterizzato da un alto livello di integrazione dei diversi impianti, per entrambe le modalità di configurazione, non tanto quantitativo ma qualitativo, inoltre, come

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

ogni dispositivo all'interno dell'ambiente domestico deve necessariamente mostrare:

- semplicità d'uso, deve quindi possedere alcune funzionalità base comprensibili da chiunque ci si approcci;
- affidabilità di funzionamento, che non sia necessaria quindi una particolare manutenzione e sia in grado di segnalare guasti;
- infine, continuità di servizio, garantendo operazioni di sostituzione o riparazione semplici e che non implicino interventi straordinari^[32].

Considerato che l'impianto generale debba rispondere alle qualità sopracitate, quest'ultimo, come già detto, potrebbe risultare adattabile solamente alle nuove costruzioni; tuttavia, la sua grande diffusione dell'ultimo decennio ha permesso di sviluppare dispositivi sempre più efficienti e meno "invasivi", arrivando a definire tipologie e configurazioni differenti a seconda del livello di integrazione desiderato, basso, medio o alto, attraverso il quale è possibile dunque individuare quale sia l'intervento da realizzare.

Il nuovo modo di abitare chiede alla casa dei giorni nostri di poterci permettere di svolgere più funzioni diverse, nello stesso tempo e nello stesso spazio: l'evoluzione delle telecomunicazioni ha cambiato il modo di lavorare, ad esempio, quello di studiare e, per finire, quello di andare a scuola.

Oggigiorno lo spazio domestico viene vissuto molto di più, ospitando quindi attività diverse dal semplice rifugio, di conseguenza i progettisti moderni sono chiamati a trovare nuovi modi che permettano di valorizzare gli spazi combinandoli con qualità di flessibilità, concepite come versatilità di entrambi gli ambienti e le sue attrezzature.

A partire dagli anni 60, come visto in precedenza, un alto numero di impianti automatici ha iniziato a far parte della realtà residenziale, i quali si sono sviluppati ognuno con le proprie caratteristiche e funzionalità di installazione. Di conseguenza diventa cruciale riuscire a progettare l'integrazione delle diverse installazioni in modo da riuscire a rispondere al meglio alle esigenze degli utenti.

32: G. G. Quaranta, La domotica per l'efficienza energetica delle abitazioni, Prima Edizione. Rimini: Maggioli Editore, 2009.

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

Una casa intelligente può dunque essere la risposta a questa ricerca di connessione tra uomo e architettura, arrivando a fornire nuovi elementi su cui ragionare nella fase di progettazione di un ambiente che, dopo un iniziale investimento aggiuntivo non troppo rilevante, sfrutti al meglio le proprie risorse e i suoi rendimenti e le prestazioni siano valorizzate ulteriormente.

Gli elementi indispensabili all'installazione sono sensori, attuatori, centrale di controllo e interfacce utente, e attraverso questi è possibile determinare il grado di integrazione dell'impianto:

- basso, caratterizzato dalla sola presenza di sensori e attuatori che non sono in grado di svolgere attività automatiche, ma ragionano secondo valori booleani dotati quindi della sola funzione di accensione/spegnimento (falso/0=no, vero/1=si);
- medio, sulla base della rilevazione del sensore, viene inviata un'informazione all'attuatore, che opera su base di parametri preimpostati dall'utente, ed è in grado di regolare una determinata grandezza (temperatura, intensità luminosa, temperatura di colore...);
- alto, ogni impianto è gestito da sistemi autonomi i quali sono tutti controllati da un'unità centrale, arrivando quindi a controllare contemporaneamente diverse componenti, anche di natura differente (apparecchiature di illuminazione e climatizzatori).

Chiaramente ad un livello più alto corrispondono investimenti iniziali maggiori, tuttavia le tecnologie moderne permettono di installare in un primo momento le unità indispensabili e in seguito effettuare eventuali modifiche con ampliamenti e potenziamenti.

Installando ad esempio un impianto antifurto, dotato di sensori di presenza nelle stanze e meccanismi in grado di riconoscere l'apertura di porte e finestre, si potrebbe integrarlo innanzitutto con il sistema di illuminazione, che sfrutterebbe i sensori di presenza per accendere o spegnere in automatico le luci; in seguito con quello di climatizzazione, che agendo secondo le informazioni derivanti da sensore di presenza e di apertura delle finestre, regolerebbe la temperatura interna di conseguenza.

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

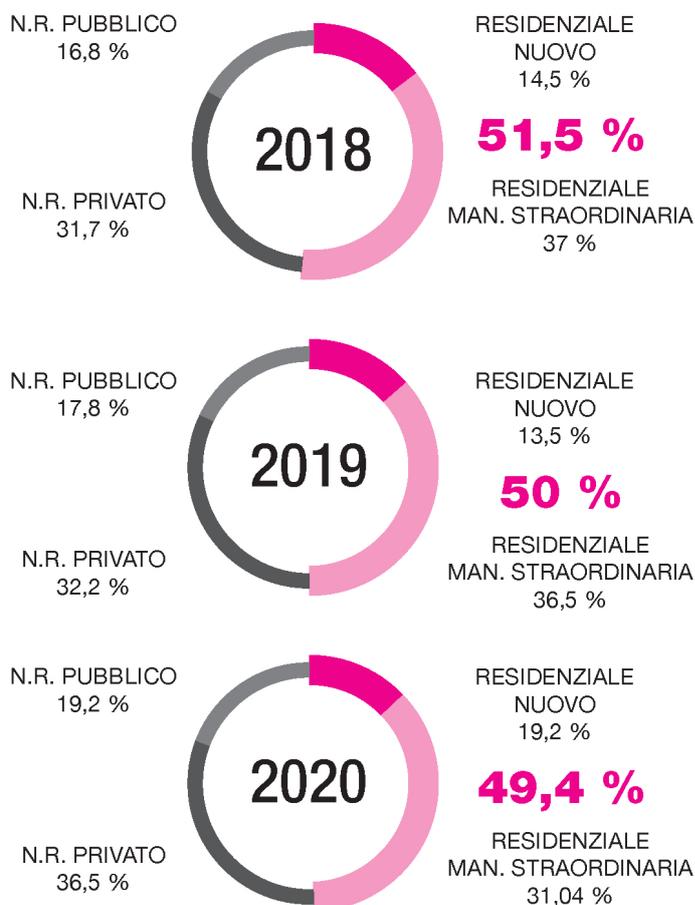
Diventa dunque indispensabile trattare un impianto di automazione alla pari di un qualsiasi altro impianto, ovvero, in fase di progettazione occorre integrare, o preventivare, da subito le funzioni automatiche in modo da permetterne un'adeguata realizzazione e in seguito una fruibilità semplice ed efficace.

Il mercato degli investimenti in costruzioni negli ultimi anni ha subito cambiamenti molto importanti, grazie anche ai numerosi e sostanziosi incentivi governativi che si fanno carico della totalità o quasi degli oneri di produzione.

Il cambiamento dell'aliquota di detrazione dal 36 al 50% per lavori di recupero edilizio avvenuto nel 2012, e quello dal 55 al 65% per lavori di efficientamento energetico avvenuto nel 2013, ha contribuito a modificare l'essenza dei lavori edilizi in Italia.

Nel 2018 la componente di mercato riguardante il solo contesto residenziale era del 51,5%^[36] la cui maggioranza era costituita per il 37% da interventi di manutenzione straordinaria, contro il 14% delle nuove costruzioni; l'andamento nell'anno seguente si è discostato poco: degli interventi eseguiti il 50 % era di carattere residenziale^[37], con il 36,5 % per la componente di manutenzione straordinaria e il 13,5 del nuovo; la particolare condizione sanitaria non ha influito su questi valori, che per il 2020 si sono confermati ancora simili a quelli degli anni precedenti, dove il 49,4 % del mercato degli investimenti è di natura residenziale^[38], con lavori di manutenzione straordinaria che si assestano al 36,5 % in rapporto al 12,9 % per il nuovo.

È chiaro come sia iniziata una nuova sfida in campo edilizio che mira, prima di provvedere a fornire nuovi edifici di ultima generazione, al recupero del patrimonio edilizio, considerato che



36: F. Monosilio et al., "L'Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni," Affari economici e Centro studi. ANCE, Roma, Jan. 29, 2019. [Online]. Available: www.sbloccacantieri.it

37: F. Monosilio et al., "Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni," Affari Economici e Centro Studi. ANCE, Roma, Jan. 14, 2020. [Online]. Available: www.ance.it

38: F. Monosilio et al., "Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni," Affari Economici, Finanza e Centro Studi dell'Ance. ANCE, Roma, Feb. 2021. [Online]. Available: www.ance.it

INTRODUZIONE, LE CASE INTELLIGENTI

esso sia formato all'80 % da edifici residenziali che, come visto in precedenza, sono anche la tipologia più esigente in termini energetici e di conseguenza causa principale dell'inquinamento, atmosferico e no.

Senza porre troppo l'accento sulla situazione di necessità creata nel 2020 dovuta allo stato d'emergenza, dover adattare locali come soggiorni o camere da letto in spazi ad uso ufficio, ha messo in risalto problematiche a cui prima non si faceva caso o che non si presentavano affatto.

Un appartamento non è concepito per essere uno spazio in cui passare la totalità delle nostre giornate, se non in rare circostanze. In fase di progettazione non si mira a soddisfare criteri di illuminazione, naturale e artificiale, che siano soddisfacenti per determinate attività come quella d'ufficio; le camere da letto non sono pensate per essere climatizzate durante tutta la giornata, tantomeno i soggiorni o le cucine; ma, cosa più importante, "l'alimentazione" degli edifici attuale, non è adatta a soddisfare una domanda di energia così elevata.

È giusto muoversi verso un'edilizia sostenibile, avere risultati il cui impatto ambientale a livello di produzione è minimo, la cui resistenza alle dispersioni termiche è eccellente, ma senza un'adeguata risposta in termini di approvvigionamento energetico si ritorna al punto di partenza.

Come sottolinea Attilio Carotti, la più ampia fonte di energia è il risparmio energetico in edilizia, che egli etichetta come *sesto carburante*^[39, p. 7].

39: A. Carotti, La domotica per l'efficienza energetica delle abitazioni, Prima edizione. Rimini: Maggioli Editore, 2009.

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

.1 ARCHITETTURA DI UN IMPIANTO

INTEGRATO
71

.2 CONFIGURAZIONE, ELEMENTI TIPO

E SCENARI
75

2.3.1

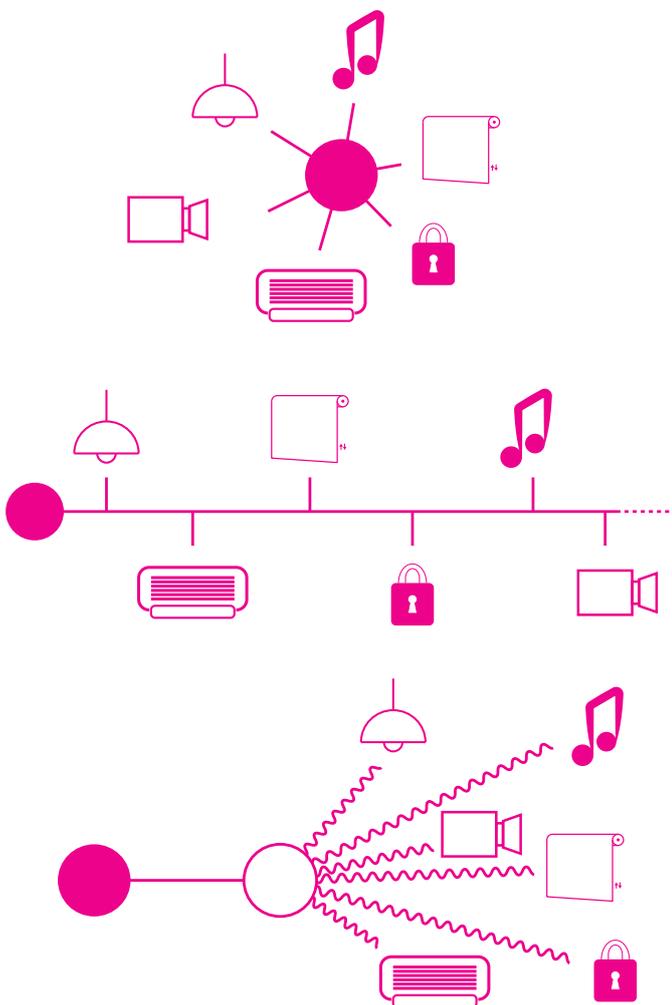
ARCHITETTURA DI UN IMPIANTO INTEGRATO

Generalmente, dunque, il sensore analizza una determinata situazione e invia un resoconto alla centrale, che tramite l'attuatore è in grado di eseguire di norma quattro tipi di attività quali accensione/spegnimento, regolazione, apertura/chiusura e infine allarme, sia esso legato a un evento esterno o ad un malfunzionamento.

La comunicazione tra i dispositivi è regolata dalla centrale di controllo e avviene tramite una rete che come anticipato in precedenza necessita di particolari accorgimenti nella posa in opera.

Esistono diversi tipi di connettività sviluppatasi col tempo, che vengono adattate a seconda degli elementi e delle funzioni che essi svolgono, dall'uso che ne si vuole fare, dal tipo di intervento (costruzione ex novo o ristrutturazione) e dalle condizioni dell'ambiente in cui si opera:

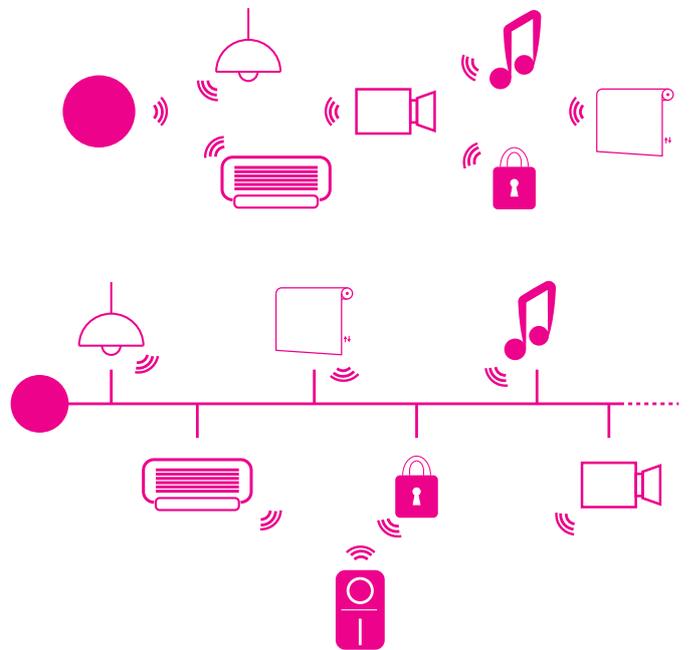
- *connessione punto a punto*, sensori ed attuatori sono collegati fisicamente tra loro e alla centrale di controllo, per quanto la connessione sia tra le più solide, questo sistema implica una grande quantità di cavi che aumentano all'aumentare dell'abitazione;
- *comunicazione con bus di linea*, il segnale viene trasmesso attraverso un sistema di due conduttori dedicati che mette in comunicazione sensori ed attuatori con la centralina, si presta bene per impianti in grandi abitazioni che quindi hanno molti componenti intelligenti;
- *comunicazione con le onde convogliate*, sfruttando la rete elettrica per trasmettere comandi e segnali a bassa velocità, permette al sistema di operare senza la necessità di ulteriori cavi all'interno dell'impianto, esistente o nuovo che sia;
- *comunicazione con le onde radio*, la centralina comunica con sensori ed attuatori attraverso radiofrequenze, questo



STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

sistema è particolarmente usato nel caso di intervento su opere esistenti;

- *comunicazione con raggi infrarossi*, tecnologia che caratterizza il funzionamento di telecomandi o il controllo da remoto del sistema di intrattenimento audio/video e di climatizzatori, una centralina configurata a modo è in grado di interagire con i diversi dispositivi assumendo la funzione di telecomando, da tenere in considerazione però resta il fatto che, come per le onde convogliate e radio, sia un sistema a forte rischio di interferenze e quindi risulta non ottimale se applicato a nodi importanti ^[32, pp. 32-34].



Come per ogni edificio, dunque, a partire da un *contatore*, in questo caso intelligente, si tiene traccia dei consumi attraverso un sistema di gestione energetica che si compone di cinque elementi, partendo appunto dal contatore che è provvisto di display e dispositivi di comunicazione.

Le informazioni vengono raccolte dai *dispositivi sul campo*, secondo elemento del sistema di gestione, che sono: in parte le prese intelligenti, in comunicazione con il contatore che collezionano dati sui consumi di ogni dispositivo ad esse collegato analizzando la quantità di elettricità che le attraversa; l'altra parte è invece composta da tutta l'apparecchiatura elettronica o di comunicazione attraverso la quale vengono gestiti i vari dispositivi, tra cui si trovano anche tutti i sensori.

Successivamente si trovano i *dispositivi di controllo*, ovvero il display interno per monitorare l'unità abitativa nell'insieme, il disco rigido per la raccolta delle informazioni e un computer per processarle.

I dati sui consumi possono essere consultati via web o grazie al display interno. Nel primo caso è possibile attraverso un qualsiasi computer del, il secondo, invece, non è necessario quando si è in presenza di un altro tipo di display in grado di

32: G. G. Quaranta, La domotica per l'efficienza energetica delle abitazioni, Prima Edizione. Rimini: Maggioli Editore, 2009

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

raccogliere e mostrare i dati raccolti.

In entrambe le situazioni bisogna predisporre un elemento all'elaborazione dei dati raccolti, che diventa il *quarto elemento* del sistema e può essere un computer acceso 24 ore su 24.

Il sistema si chiude con un *dispositivo di comunicazione*, dotato di connessione in grado di comunicare con dispositivi sul campo e utenti, anche all'esterno della casa^[40].

A livello di Standard, nel 1999 dall'unione di tre protocolli, l'EIB tedesco e volto al collegamento tra dispositivi intelligenti per il controllo di impianti elettrici, il BATIBUS francese analogo a quello tedesco ed il sistema EHS, nasce il protocollo standard, europeo EN 50090 – EN 13321-1 e mondiale ISO/IEC 14543, KNX dell'associazione Konnex.

La tecnologia KNX è tra le più utilizzate a livello mondiale nel campo di automazione degli edifici, è un sistema BUS decentralizzato che permette di mettere in comunicazione sensori e attuatori all'interno di uno stabile, con una capacità di circa 66000 dispositivi collegabili tramite indirizzamento a 16 bit^[41].

A seconda dell'applicazione necessaria, vengono utilizzati diversi mezzi trasmissivi per la configurazione: *twisted pair* di tipo 0 (TP-0), basato su cavo a conduttori incrociati con bitrate di 4800 bit/s; *twisted pair* di tipo 1 (TP-1), con un bitrate di 9600 bit/s; *power line* a 110 kHz (PL-110), ad onde convogliate e con bitrate di 1200 bit/s che opera tramite rete elettrica; *power line* a 132 kHz (PL-132), con bitrate di 2400 bit/s; *radio frequency* a 868 kHz (RF), ha una velocità di 38,4 kBit/s tramite radiofrequenza; infine, *ethernet* (KNXnet/IP), permette di utilizzare frame KNX facenti parte di frame IP (Internet Protocol)^[42].

Considerato che per essere etichettato con il marchio KNX un prodotto debba essere sottoposto a diverse prove di conformità, tra cui la verifica della codificazione dei dati utili secondo standard specifici, è possibile la realizzazione di impianti funzionanti anche attraverso l'utilizzo di dispositivi di produttori differenti.

40: J.-N. Louis, A. Calo, K. Leiviskä, and E. Pongrácz, "Environmental Impacts and Benefits of Smart Home Automation: Life Cycle Assessment of Home Energy Management System," IFAC-PapersOnLine, vol. 48, no. 1, pp. 880–885, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.05.158>.

41: J. Petrik and J. Vanus, "Design of Smart Home Implementation within IoT with Natural Language Interface," IFAC-PapersOnLine, vol. 51, no. 6, pp. 174–179, Jan. 2018, doi: [10.1016/j.ifacol.2018.07.149](https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.07.149).

42: Wikipedia, "KNX (standard)," Wikipedia, L'enciclopedia libera, Jan. 22, 2021. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=KNX_\(standard\)&oldid=118156693](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=KNX_(standard)&oldid=118156693) (accessed Jan. 12, 2022).

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

I diversi protocolli IP e la interoperabilità permettono la connessione tra il sistema KNX e l' IoT.

In materia di standard, regolare l' IoT risulta più complicato per via delle numerosissime applicazioni in commercio, quindi convogliare tutto in un unico protocollo sarebbe veramente complicato.

L' *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI) definisce l' IoT come un sistema gerarchizzato a tre strati, dove ognuno di essi è strettamente relativo alla propria funzione:

- livello di sensori, formato dai dispositivi che hanno il compito di rilevare, monitorare e identificare le informazioni;
- livello di rete, responsabile di comunicazione e trasmissione;
- livello di applicazione, componente fisica del sistema che agisce in maniera *tangibile*, fornendo all'utente la possibilità di agire in conseguenza alle informazioni mostrate dal display dell'unità centrale, *intangibile*, impedendo situazioni di disagio migliorandole in autonomia.

Nonostante le continue e rapide migliorie nel campo, ad ognuno di questi livelli troviamo problemi che aprono la strada a nuovi orizzonti ancora da scoprire.

Per quanto riguarda i sensori, ad esempio, date le diverse modalità di raccolta dati legate alla diversità fra i numerosi dispositivi utilizzabili, diventa difficile senza uno standard comune portare ad un livello successivo l' IoT.

A livello di rete, essendo prevalentemente oggetti wireless, si riscontrano problemi dal punto di vista di interferenze, frequenze, sicurezza ed efficienza, che non possono essere risolti con un metodo standard. Infine, dal lato delle applicazioni viene alla luce il problema dei dati, come frequenza di utilizzo e preferenze individuali, che senza un efficace metodo di analisi e processazione perdono valore in termini di accuratezza, impedendo un'ulteriore evoluzione da parte del sistema.

Nel 2008 l'azienda IBM lancia l'iniziativa *Smarter Planet* che invita i governi e società a muoversi verso un "pianeta più intelligente", promuovendo la sostenibilità ambientale, economica e sociale^[43].

43: W.-T. Sung and S.-J. Hsiao, "The application of thermal comfort control based on Smart House System of IoT," in *Measurement*, 2020, vol. 149, p. 106997. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.106997>.

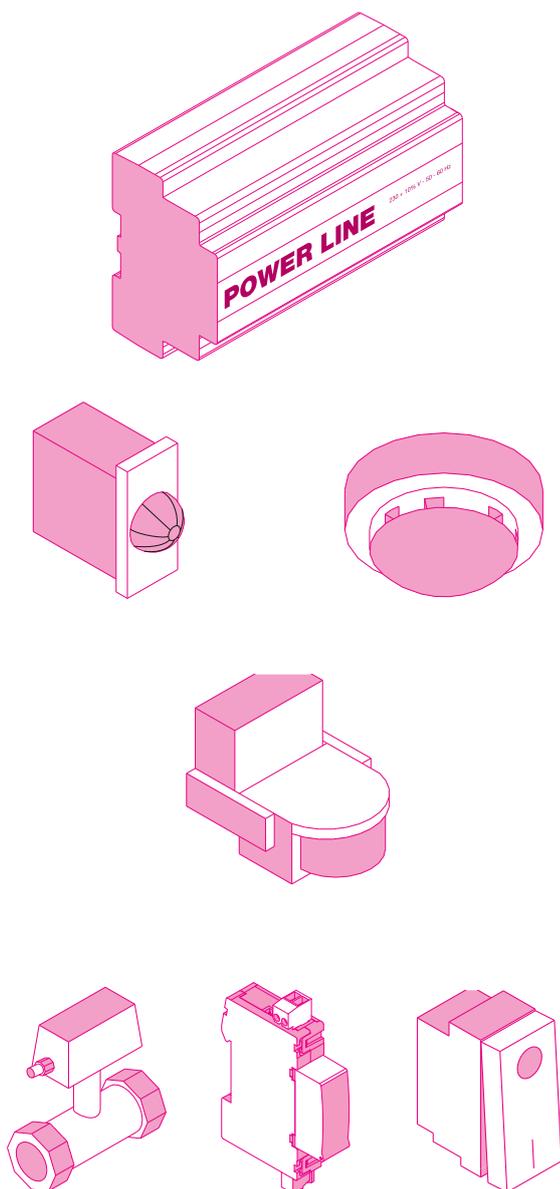
2.3.2

CONFIGURAZIONE, ELEMENTI TIPO E SCENARI

Il punto di incontro tra il gusto dell'utente e i requisiti imprescindibili elencati nei capitoli precedenti, definisce una sorta di regola che aiuta a determinare la configurazione migliore di caso in caso.

Tenuto conto della presenza di un contatore centrale che sarà il terminale di tutto l'impianto e scelta la tipologia di rete che si vuole adottare, cablata su impianto di nuova realizzazione o esistente, oppure senza cavi, il passo successivo è la ricerca di tutti gli elementi che comporranno l'organismo finale.

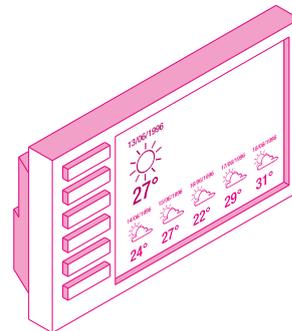
Scendendo nel dettaglio per ogni livello, il nuovo sistema sarà composto di:



- controllori
 - centraline
 - per elaborazione dei dati
 - cpu
- sensori
 - per parametri ambientali
 - ◆ temperatura interna ed esterna
 - ◆ umidità relativa
 - ◆ velocità dell'aria
 - ◆ illuminazione
 - di rilevamento
 - ◆ pericoli ambientali
 - perdite di gas
 - fumo
 - perdite d'acqua
 - effrazione
 - urti
 - vibrazioni
 - rottura vetri
 - ◆ movimento e presenza
 - ◆ fotocellule
- attuatori
 - valvole motorizzate
 - interruttori
 - motori
 - relè
 - attuatori lineari

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

- interfacce
 - radio/telecomandi
 - microfoni e altoparlanti
 - monitor



Il nodo che permette agli utenti una comunicazione diretta con le macchine si individua nelle interfacce, che possono essere considerate il criterio principale per determinare l'efficienza dell'intero sistema. Attraverso esse, infatti, avviene in primis il monitoraggio della intera abitazione, trattandosi dell'elemento che ha il compito di inviare alla centrale di controllo i comandi impartiti per l'esecuzione delle diverse funzioni; inoltre, rappresentano il componente che introduce la possibilità di configurare ogni locale della casa come un ambiente indipendente dal resto.

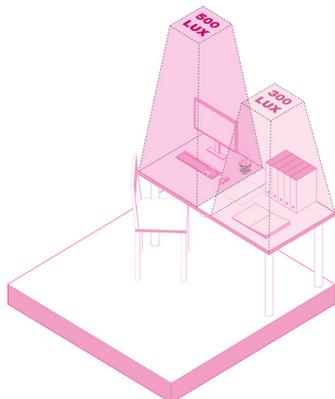
Si può dunque arrivare a definire ogni stanza come se fosse un'equazione facente parte del sistema casa, dove la variabile dipendente è rappresentata dal singolo utente, il quale, in base alle proprie esigenze e ai propri usi, può impostare un'azione, o insieme di azioni, a supporto delle diverse attività che prevede di svolgere.

Questo insieme di funzioni, legate a determinate azioni o circostanze, prende il nome di scenario e la configurazione di diversi scenari all'interno della casa permette di sfruttare al meglio il sistema automatico.

In una camera da letto, ad esempio, si può prevedere che al mattino a un orario definito - verosimilmente può essere in concomitanza con la sveglia o leggermente anticipato - i sistemi oscuranti o quello di illuminazione si attivino a favore del risveglio, funzione che può essere in seguito accompagnata dall'apertura delle finestre, avviando quindi uno scenario che può essere chiamato *Buongiorno*.

Oppure, si potrebbero configurare scenari diversi per regolare l'illuminazione, a seconda che si stia leggendo un libro nel tempo libero, studiando, lavorando al computer o semplicemente alla scrivania, partendo da un'analisi dell'apporto di luce natu-

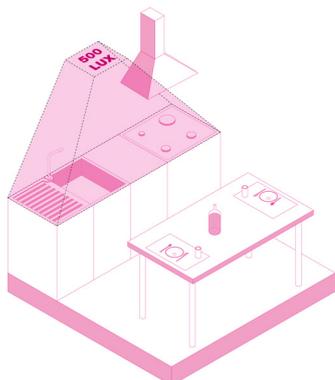
STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO



rale nella stanza che secondo i parametri preimpostati per ogni attività viene compensato con quella artificiale per ottimizzare il comfort visivo.

Ancora, impostare una condizione per cui ogni volta che si lascia l'alloggio, chiudendo la porta di ingresso, il sistema invii un segnale di sospensione/spegnimento agli impianti, come quello dell'acqua, del gas, di climatizzazione, o quello elettrico (salvaguardando i dispositivi indispensabili come possono essere frigorifero e congelatore), dando la possibilità all'utente di programmare il riavvio dell'attività prima del rientro, in automatico o da remoto.

Questo scenario è adottabile sia per quando ci si reca per esempio al lavoro, sia, attraverso una leggera modifica dell'impostazione relativa al tempo della sospensione, per quando si va in vacanza. In quest'ultimo caso è possibile oltretutto simulare la presenza sulla base delle proprie abitudini (che la casa ha riconosciuto, o che sono state impostate) in modo da scongiurare eventuali tentativi di intrusione.



Gli scenari possono essere applicati, attraverso le diverse interfacce, ad ogni stanza e secondo configurazioni diverse, senza andare mai in conflitto tra loro, poiché come detto in precedenza ogni interfaccia è collegata sì al sistema centrale, ma pur sempre indipendente.

Naturalmente, il nodo dell'interfaccia è importante anche dal punto di vista di un'eventuale variazione dello scenario, sia essa definitiva, vale a dire la sua riprogrammazione, oppure temporanea, cioè agendo sulle singole funzioni.

Una delle preoccupazioni principali di questa transizione da comando e azione meccanici, a comando e processo digitali, è che in assenza di alimentazione (o rete) si perda il controllo delle funzioni. Tuttavia, molte case produttrici per ovviare al problema equipaggiano ogni dispositivo anche di un comando manuale che permette la gestione del sistema in ogni condizione.



Le tipologie di interfacce utente che si trovano in commercio sono diverse e variano sia in virtù delle funzioni che controlla-

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

no, sia per come si presentano.

Ogni stanza, infatti, può essere predisposta a controllare tutte le funzioni presenti, climatizzazione, illuminazione, sistemi oscuranti, oppure solo parte di esse.

A seconda della necessità e delle intenzioni, si possono installare consolle LCD, pulsantiere, tablet o display touchscreen.

Le *consolle LCD* solitamente si utilizzano per il controllo della climatizzazione o dell'apparato illuminante, questo per la loro elevata intuibilità e facilità di utilizzo; di norma sono composte da un display retroilluminato, tastierino numerico e altri tasti di controllo che permettono di navigare tra le diverse funzioni. Si possono installare sulla superficie della parete o a incasso, oppure possono essere elementi mobili. Per quanto riguarda l'alimentazione, possono essere collegate alla rete elettrica o funzionare a batterie, invece dal lato della connettività, possono collegarsi al BUS o sfruttare le varie frequenze di trasmissione, qualora l'unità presentasse delle caratteristiche geometriche o tecniche che impediscano la posa di cavi.

Le *pulsantiere*, seguono lo stesso principio delle consolle LCD, senza però essere equipaggiate di display, per controllare principalmente luci e sistema oscurante, è possibile anche gestire il sistema di climatizzazione, tuttavia risulta poco efficiente in quanto non si ha un riscontro diretto della temperatura impostata e diventa quindi necessario predisporre un display separato.

Sono installabili nei comuni porta-frutti che ospitano interruttori e prese elettriche, o possono anche esse sfruttare le connessioni senza cavi ed essere posizionate dove più aggrada.

Tablet e display touchscreen, risultano, dal punto di vista di efficienza, comodità e semplicità, la scelta migliore. Molte case produttrici ormai ne sfruttano la tecnologia per la gestione dell'intero impianto, soprattutto considerata l'alta compatibilità con i moderni telefoni cellulari attraverso la semplice installazione del medesimo programma di calcolo per entrambi i dispositivi.

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

Hanno necessariamente bisogno di un collegamento alla rete elettrica per operare, sia che vengano installati in postazioni fisse, quindi a incasso, sia che siano mobili in quanto richiedono una batteria ricaricabile.

Funzionalmente, la soluzione migliore deriva dalla combinazione dei diversi dispositivi elencati, partendo dal collegamento della centralina principale a un display touchscreen generale, che comunica con le interfacce LCD, o a pulsanti, installate nei diversi ambienti in relazione alle caratteristiche di questi ultimi e alle funzioni previste. Ciò permette un controllo manuale comunque intuitivo in ogni stanza, ma anche, grazie allo sviluppo di un software parallelo a quello del monitor centrale, installabile su sistemi scollegati da esso, una gestione da remoto semplificata e un monitoraggio immediato e costante delle condizioni.

La programmazione degli scenari e l'integrazione dei diversi sistemi possono, oltretutto, risultare estremamente utili ed efficaci nel caso di utenti con disabilità, siano esse legate a funzioni motorie o cognitive.

Un sistema dotato di intelligenza artificiale, infatti, innanzitutto aiuterebbe l'individuo nella gestione e nello svolgimento di alcune delle operazioni più frequenti, dandogli così la possibilità di essere un po' più indipendente; inoltre, le funzioni previste possono riguardare sì il benessere dell'utente, ma anche il monitoraggio della sua salute.

Tramite l'impostazione di condizioni e azioni, attraverso l'uso di sensori posti negli ambienti o addosso all'individuo, si possono dunque controllare oltre ai parametri ambientali quelli della persona. I sistemi moderni permettono infatti di mettere in comunicazione un dispositivo personale di controllo con un terminale, al quale dottore e paziente hanno accesso costante, sfruttando lo stesso server.

Questo si traduce in un miglior auto-controllo, semplificando la gestione di un'eventuale terapia, e in un'efficienza maggiore in caso di intervento in seguito a "incidenti".

STRUTTURA DI UN SISTEMA AUTOMATICO

I dispositivi in commercio, prendendo per esempio un semplice *SmartWatch*, hanno tra le proprie funzioni basilari la misurazione del battito cardiaco, della pressione arteriosa e del livello di ossigeno nel sangue; sono dotati di sistema GPS che permette di individuare - in autonomia o tramite un comando esterno - oltre alla posizione, anche il tipo di attività che si sta svolgendo (camminata, corsa, nuoto, pedalata...); sono in grado di rilevare cadute o incidenti grazie a specifici sensori e hanno una funzione di chiamata d'emergenza nella quale riproducono un messaggio registrato, in caso di mancata risposta da parte dell'utente a una richiesta del sistema di confermare la propria incolumità⁴⁴; alle funzioni intrinseche di questi strumenti, si aggiungono tutte quelle legate al loro sistema operativo, che a seconda delle caratteristiche permettono dunque un ben più ampio campo di applicazione, il cui limite è solo l'immaginazione del produttore o del programmatore.

L'integrazione di tali dispositivi personali all'interno del sistema casa permette dunque la creazione di scenari più personali in grado di fornire un'assistenza maggiore, a partire dalla gestione di appuntamenti medici attraverso una funzione di promemoria, passando per azioni meccaniche come quella di controllare aperture e impianto di illuminazione da qualsiasi posizione all'interno della casa, e senza dimenticare la possibilità di semplificare la richiesta di aiuto in seguito a un incidente, in automatico o manualmente.

Abbinando i sistemi automatici a un'intelligenza artificiale si potrebbe dunque contare su un assistente personale in grado di semplificare alcuni aspetti della vita quotidiana dell'utente, arrivando a definire all'interno dell'abitazione una presenza che, per quanto virtuale, possa concretamente costituire un ulteriore aiuto.

44: Apple Italia, Italia. Apple Watch Series 7 | Chiamata d'emergenza | Mountain bike, (Jan. 17, 2022). Accessed: Jun. 21, 2022. [Online Video]. Available: <https://youtu.be/02PkouYBfhc>

STUDY

CASO 10

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

3.1

- .1 OLIVETTI A IVREA
84
- .2 IL PROGETTO DI GABETTIE SIOLA,
L'UNITÀ RESIDENZIALE OVEST
107

OLIVETTI A IVREA

Come anticipato nel capitolo 2.2.2, Attilio Carotti definisce *sesto carburante* il risparmio energetico in edilizia.

Questo concetto ha portato la scelta del caso studio verso un edificio esistente, cogliendo così l'opportunità di affrontare due tematiche che godono di particolare attenzione ultimamente: dal punto di vista pratico, quella già citata, fortemente promossa anche a livello ministeriale, che concerne la riqualificazione energetica dell'edificato esistente; da un punto di vista volto più alla tutela e alla valorizzazione storica, quella che riguarda la conservazione del patrimonio nazionale architettonico industriale degli anni del 900.

L'Italia, infatti, è sede di numerosissimi impianti industriali di fabbriche che godono di particolare pregio nel secolo scorso e che vantano tutt'oggi una discreta fama internazionale.

In particolare, sul territorio piemontese, durante il XX secolo si è assistito alla nascita e allo sviluppo di aziende che, con le loro sedi di produzione e amministrazione, hanno contribuito alla formazione, urbanistica e sociale, di carattere industriale, di città o parti di esse.

Aziende come la FIAT a Torino, o la Olivetti ad Ivrea, città a circa 50 chilometri dal capoluogo.

Quest'ultima, fondata da Camillo Olivetti, è simbolo di innovazione sia in materia di tecnologia che di politiche aziendali e modelli di mercato.

Sin dal 1908, data della sua fondazione, fino ai primi anni ottanta, il marchio Olivetti incomincia la sua espansione e la sua affermazione a livello mondiale.

Inizialmente, lo stesso Camillo Olivetti si fa pioniere di una innovativa ricerca di tipo sociale all'interno della propria azienda, che aveva lo scopo di promuovere la risorsa organica di essa, i suoi dipendenti, prima del prodotto fisico e del relativo guadagno dietro ad esso.

Nel 1909 quindi istituisce la prima forma assistenzialistica per dipendenti e, nel 1931, dopo essersi dignitosamente guadagnato un posto all'interno del mercato internazionale, suo figlio

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Adriano avvia un ufficio dedicato a sviluppo e pubblicità. A partire dagli anni quaranta, la famiglia intraprende un'iniziativa focalizzata sulla comunità dai lineamenti fortemente sociali: provvede alla costruzione di una biblioteca di fabbrica; fonda un centro agrario per aiutare le persone in difficoltà a causa del conflitto bellico; ordina la realizzazione di case per dipendenti e un asilo nido; ma soprattutto, mette sul mercato internazionale la prima macchina per scrivere ad corrente.

Come detto, la politica della Olivetti è quella di mettere la cultura e la sua enfaticizzazione al centro dello sviluppo della società in cui si instaura ed è per questo che, nel corso degli anni 50, incomincia a promuovere l'arte attraverso la fondazione di riviste e calendari, ma soprattutto avvia il Centro Relazioni Sociali per la popolazione del canavese.

Successivamente installa un Istituto per il rinnovamento urbano e rurale del canavese, facendosi sponsor di attività industriali e agricole sul territorio.

Diventa una delle prime aziende italiane a ridurre l'orario lavorativo settimanale ed in seguito ad introdurre la settimana lavorativa di cinque giorni, sempre a parità salariale, e in seguito stanziava un fondo per previdenza e assicurazione.

La sua espansione sul mercato è riconoscibile sia dalla realizzazione di nuove sedi, produttive ma anche di vendita al dettaglio, sia dalla tipologia di prodotti trattati.

Infatti nel 1955, Luigi Cosenza, si occupa della progettazione di un nuovo stabilimento a Pozzuoli che, dalle parole di Adriano Olivetti, sposa alla perfezione la filosofia che da sempre rispecchia la politica dell'azienda, in quanto *“di fronte al golfo più singolare del mondo, questa fabbrica si è elevata, nell'idea dell'architetto, in rispetto della bellezza dei luoghi e affinché la bellezza fosse di conforto nel lavoro di ogni giorno. La fabbrica fu quindi concepita alla misura dell'uomo, perché questi trovasse nel suo ordinato posto di lavoro uno strumento di riscatto e non un congegno di sofferenza”*^[45].

45: Adriano Olivetti, “Inaugurazione stabilimento Olivetti Pozzuoli,” 1955.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Il prestigio del marchio ha fatto sì che la realizzazione delle nuove sedi, sia di quelle per uffici che quelle dei negozi, arrivasse a toccare diversi paesi, in Europa come negli Stati Uniti, ma anche nell'America Latina o in Giappone, e che la loro progettazione fosse spesso affidata a progettisti di fama internazionale quali Carlo Scarpa, James Stirling, Le Corbusier e Louis I. Khan.

Sul fronte dei prodotti, tra il 62 e il 64, l'ingegnere **Pier Giorgio Perotto**, sviluppa l'Olivetti *Programma 101* (P101, o Perottina), che viene associata a quello che, all'epoca, poteva essere considerato il primo computer della storia: primo calcolatore in grado di elaborare dati non solo numerici, ma a cui al giorno d'oggi, data la sua incapacità di memorizzare queste informazioni, non può essere attribuito propriamente il termine Computer.

Questo prodotto segna però il cambio di rotta dell'azienda verso il campo dell'elettronica, arrivando ad acquisire la Telecom Italia S.p.a. nel 2000, con la conseguente produzione di dispositivi come scanner, fax, fotocopiatrici e stampanti, delle quali di queste ultime, la *Stampante Ink-Jet Artjet 10*, porta alla vincita del Compasso d'Oro nel 2001, grazie al genio di Michele De Lucchi.

Con il passaggio di Telecom al Gruppo TIM, nel 2021-23, l'Olivetti viene incaricata di sviluppare dispositivi per il mercato dell'IoT&Big Data, offrendo servizi di connettività, soluzioni IoT e analisi di Big Data^{[46][47][48]}.

Con l'obiettivo di fornire un'analisi completa che permetta di comprendere gli eventuali benefici nell'adozione di un sistema automatico, è necessario applicare quanto esplicito precedentemente a un caso studio.

Premesso che per ottenere dei dati validi su cui dibattere sia necessario comparare due scenari analoghi, che differiscano solamente per la presenza di dispositivi di gestione automatica in uno di essi, si procederà con la definizione di un pacchetto di interventi che mira a migliorare innanzitutto il comportamento energetico dell'edificio, sostituendo e migliorando gli elementi

46: S. Pacella and G. Vianzone, "Valorizzare, fruire, trasmettere: il sito UNESCO 'Ivrea città industriale del XX secolo'.", Politecnico di Torino, Torino, 2019. Accessed: May 16, 2022. [Online]. Available: <http://webthesis.biblio.polito.it/id/eprint/12722>

47: Wikipedia, "Camillo Olivetti," Wikipedia, L'enciclopedia libera, 2022. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Camillo_Olivetti&oldid=124992410 (accessed May 16, 2022).

48: Wikipedia, "Adriano Olivetti," Wikipedia, L'enciclopedia libera, 2022. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Adriano_Olivetti&oldid=127377568 (accessed May 16, 2022).

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

dell'involucro poco performanti e valutando una potenziale sostituzione dell'impianto di generazione, ed in seguito si analizzeranno le differenze a livello di fabbisogno e consumi.

L'edificio preso in esame per lo sviluppo del volto pratico di questa tesi fa parte complesso di ampliamento della già esistente fabbrica, ordinato da Adriano Olivetti, figlio di Camillo, e preso in carico dagli architetti Luigi Figini e Gino Pollini.

Ampliamento che di recente, nel 2018, insieme al resto del complesso e la città, entra a far parte della lista dei patrimoni dell'umanità UNESCO con il nome di Ivrea, città industriale del XX secolo^[49].

L'inaugurazione del Museo a cielo Aperto dell'Architettura Moderna (MAAM), ha dato inizio a un processo di rivalorizzazione dei luoghi legati alla cultura olivettiana, attraverso un percorso di circa due chilometri che li attraversa e ne esalta lo spirito innovativo dell'epoca e la ricerca che si celava dietro la firma, che ne contraddistingueva il profilo.

Via Jervis costituisce l'asse centrale, il corridoio principale lungo il quale sono esposte le opere del museo.

49: Wikipedia, "Ivrea, città industriale del XX secolo," Wikipedia, L'enciclopedia libera, 2022. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Ivrea,_citt%C3%A0_industriale_del_XX_secolo&oldid=127350596 (accessed May 17, 2022).

OFFICINE ICO

C. OLIVETTI



La prima sono le Officine ICO, il cui primo corpo è costituito da un edificio di due piani fuori terra, in mattone rosso, ideato da Camillo Olivetti e con un periodo di costruzione che, a causa dei suoi successivi ampliamenti, va dal 1898 al 1958.

La fabbrica dunque parte con i connotati tipici degli edifici industriali dell'epoca del tardo 800, per poi mutare radicalmente stile a favore di una costruzione moderna, composta di una facciata scandita dagli elementi strutturali della costruzione e caratterizzata da finestre a nastro di corpi trasparenti a chiudere.[48]



2 p.f.t



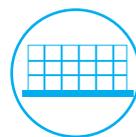
Facciata in
mattoni rossi



Carattere
industriale



3 p.f.t



Facciata
strutturale



Finestre
a nastro

1898 - 1958

50 e immagine: Comune di Ivrea, "Officine ICO," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/officine-ico> (accessed May 17, 2022).

P. RADOGNA
R. GUIDUCCI

CENTRO DEI SERVIZI SOCIALI



Parallelo ad esso, si trova il Centro dei Servizi Sociali, costruito tra il 1955 e il 1959 e progettato da Roberto Guiducci e Paolo Radogna, colleghi nella filiera di produzione della Olivetti.

Composto da tre volumi e posizionato sul lato opposto di via Jervis, ne delinea l'andamento attraverso un portico, attraversato puntualmente da fasci di luce, che passa da aperture verticali nella sua copertura.

Il telaio strutturale a vista, introdotto dal portico, scandisce la geometria del complesso, anticipando la pianta esagonale del corpo centrale, a tre piani sfalsati, che emerge dagli altri due, articolandoli tra loro.

Tra gli intenti degli architetti, Figini e Pollini, quello di manifestare la trasparenza dell'edificio e sottolineare la sua virtù pubblica. Segnali di questa ricerca sono le aperture del portico e la disposizione della vegetazione.[49]



3 p.f.t



Pianta
esagonale



Struttura
a vista



Tre volumi

51 e immagine: Comune di Ivrea, "Centro dei Servizi Sociali," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/centro-dei-servizi-sociali/> (accessed May 18, 2022).

1955 - 1959

ASILO NIDO

L. FIGINI
G. POLLINI



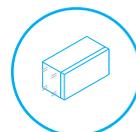
Proseguendo la visita, ci si allontana da via Jervis e si prosegue verso il primo “quartiere residenziale”, dove si trovano appunto un edificio adibito a residenza popolare e un Asilo nido.

Quest’ultimo, costruito tra il 1939 e 1941, ancora oggi è destinato a servizi per l’infanzia sotto la gestione del Comune di Ivrea. Progettato dalla coppia di architetti, è celato da una siepe di bosso e si presenta con un elemento centrale, composto da muri a opera incerta e calcestruzzo rivestito in lastre come trave di coronamento.

L’edificio è un continuo richiamo a opere e concetti di Le Corbusier e si fa promotore del concetto che lega l’architettura moderna a una società egualitaria e moderna; gli arredi interni sono frutto del progetto dell’ufficio tecnico interno della Olivetti, che in quel periodo aveva come direttore l’architetto Gian Antonio Bernasconi.[50]



Muri ad
opera incerta



Coronamento
in cls rivestito

1839 - 1941

52 e immagine: Comune di Ivrea, “Asilo nido,” Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/asilo-nido/> (accessed May 23, 2022).

L. FIGINI
G. POLLINI



CASA POPOLARE

La componente residenziale invece, la Casa popolare di Borgo Olivetti, dello stesso periodo di costruzione dell'asilo e situata sul lato lungo di quest'ultimo, fa parte del programma dell'Istituto Fascista per le case popolari ed è stato pensato per ospitare 24 tra le famiglie dei dipendenti.

L'orientamento segue l'asse nord-sud, con elementi di distribuzione e servizi a nord e zone giorno e notte a sud, che si ripetono per tre piani sopra al piano terra, dedicato all'accesso ai corpi scala che servono i ballatoi, dai quali si accede agli appartamenti.

La costruzione segue figure geometriche semplici, allineandosi alle tipologie architettoniche dell'epoca, presentando balconate con finiture in legno e elementi con caratteristiche dell'edilizia borghese come i corpi scale.[51]



4 p.f.t.



Famiglie



Ballatoi di
ingresso



Finitura balconi
in legno

53 e immagine: Comune di Ivrea, "Casa popolare di Borgo Olivetti," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/casa-popolare-di-borgo-olivetti/> (accessed May 23, 2022).

1939 - 1941

CENTRALE TERMICA

E. VITTORIA



La tappa successiva è una costruzione che si presenta con un basamento vetrato e il primo livello cieco, la Centrale Termica progettata da Eduardo Vittoria tra il '56 e il '59.

Tre edifici articolati attorno a un patio centrale che porta luce al proprio interno attraverso una copertura realizzata in shed in ferro e vetro, in cui un tempo si trovava la centrale di controllo.

Manifestando il carattere tipico degli edifici dedicati alla produzione, che emergono dalla copertura si vedono tre fumaioli in lamiera d'acciaio, i quali evidenziano la presenza delle tre caldaie che alimentavano l'intero complesso. All'interno gli ambienti son progettati con attenzione verso gli spazi necessari agli spostamenti e allo smaltimento del calore generato dagli impianti.[52]



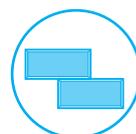
2 p.f.t



Tre corpi



Shed Vetrato
in copertura



Facciata in
klinker blu

1956 - 1959

54 e immagine: Comune di Ivrea, "Centrale termica," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/centrale-termica/> (accessed May 23, 2022).

O. CASCIO

EX FALEGNA- MERIA



Una volta che si ritorna su Via Jervis, ci si imbatte in una struttura in cemento armato che, al di sopra di un piano terra pieno, monta in facciata sui livelli dal primo al terzo, un brise-soleil turchese. Si tratta della Ex Falegnameria, la cui composizione originale è datata 1927, e che ha subito un aggiornamento nel 1955 da parte di Ottavio Cascio, tecnico responsabile dell'Ufficio Tecnico Olivetti.

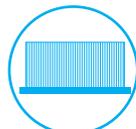
Il sistema di lame in fibrocemento, disposte con inclinazioni variabili, specchiandosi nella vetrata dell'antistante edificio delle Officine ICO, dona una particolarità ben riconoscibile all'asse stradale che lo ospita.[53]



4 p.f.t



Struttura in cls



Brise soleil in fibrocemento

55 e immagine: Comune di Ivrea, "Ex Falegnameria," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/ex-falegnameria/> (accessed May 23, 2022).

1927 / 1955

CENTRO STUDI

E. VITTORIA

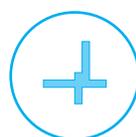


Altra opera riconducibile a Eduardo Vittoria, per il progetto architettonico, è l'edificio adibito a centro di formazione per disegnatori meccanici, il Centro Studi ed Esperienze Olivetti.

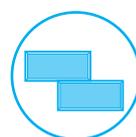
In costruzione dal 1951 al '54, segue una pianta a croce asimmetrica, con in corrispondenza dei bracci i locali che ospitavano disegnatori e uffici, illuminati da grandi finestre dal telaio rosso scuro e caratterizzati da grandi terrazze.

In prospetto, la sua struttura, originariamente progettata da Pier Achille del Monte, è marcata attraverso il contrasto tra essa e le superfici di tamponamento, in kinkler blu semilucido.

A fine 2000 l'Ufficio tecnico Olivetti si è occupato delle modifiche alla struttura, sotto direzione di Ettore Sottsass Jr, per accogliere una scuola internazionale innovativa di design, l'Interaction Design School, di cui Olivetti Telecom e l'Università di Stanford si son fatte promotrici.[54]



Pianta a croce
asimmetrica



Facciata in
kinkler blu



Struttura
marcata



Grandi
terrazze

1951 - 1954

56 e immagine: Comune di Ivrea, "Centro Studi ed Esperienze Olivetti," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/centro-studi-ed-esperienze-olivetti/> (accessed May 23, 2022).

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

UPECC
R. GUIDUCCI
I. GARDELLA

CIRCOLO CREATIVO



Dietro le Officine ICO si trova l'edificio destinato a Mensa Aziendale e Circolo Creativo che, sottolineando lo spirito fondante della fabbrica, offre uno spazio di attività ricreative e culturali, con spazi di servizio ai lavoratori, spazi di riposo e altri in cui dedicarsi alla lettura. Composto di tre piani sfalsati a nord e quattro a sud, l'edificio progettato da Ignazio Gardella, con la partecipazione sia in fase di progetto che di cantiere (1953 - 1961) di Roberto Guiducci, l'edificio si prestava a offrire circa 9000 pasti al giorno per 1600 persone. La struttura si offre come suggestivo punto di osservazione sulla città industriale e sul paesaggio circostante, il quale ne detta le regole compositive. La pianta, con la sua forma esagonale, segue la morfologia del terreno; le terrazze permettono di godere direttamente della natura, incitando la sosta, a favore dell'ammirazione degli scenari su cui sorgono; grandi vetrate connettono visivamente i fruitori con il paesaggio.[55]



Piani
sfalsati



Pianta
esagonale



Persone



Grandi
terrazze



Pasti giornalieri

57 e immagine: Comune di Ivrea, "Mensa Aziendale e Circolo Creativo," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/mensa-aziendale-e-circolo-ricreativo/> (accessed May 23, 2022).

1953 - 1961

EX SERTEC

E. SGRELLI



A concludere la prima metà di Via Jervis, si trovano gli ex-uffici Sertec, una proposta dell'ingegnere Ezio Sgrelli nel 1968, figlia del movimento brutalista.

A caratterizzarlo, un grande vano ascensore in cemento armato, marcato all'ingresso da una monumentale pensilina a sbalzo in calcestruzzo. Al suo interno si trova una scala ovale a servizio degli spazi arretrati rispetto al fronte principale e che poggiano su una collina.

Un ulteriore elemento, derivante da un'espansione del 2007, frutto dello stesso progettista, si colloca sul lato est dell'edificio, riprendendo i caratteri del progetto originale.[56]



Struttura in cls

1968 / 2007

58 e immagine: Comune di Ivrea, "Edificio Ex Sertec," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/edificio-ex-sertec/> (accessed May 23, 2022).

E. A. TARPINO



CASE UCCD OLIVETTI

La seconda porzione dell'insediamento è più dedicata all'organico della fabbrica, i suoi dipendenti e dirigenti. Si trovano infatti tutti i prodotti dell'Ufficio Consulenza Case Dipendenti Olivetti (UCCD), diretto dall'architetto Emilio Aventino Tarpino: edifici unifamiliari fatti e pensati per i dipendenti.[57]

59 e immagine: Comune di Ivrea, "Case UCCD Olivetti," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-uccd-olivetti/> (accessed May 23, 2022).

1949 - 1968

CASE PER DIRIGENTI

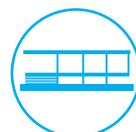
G. M. OLIVERI
M. NIZZOLI



Altre sei case unifamiliari costituiscono il complesso di Case per Dirigenti, progettate da Marcello Nizzoli e Gian Mario Oliveri dall'anno 1948 al 1952. I muri perimetrali presentano una combinazione di rivestimenti in intonaco e in pietra, mentre il carattere moderno, è dato da elementi come pensiline e mancorrenti e dalla tipologia delle scale esterne.[58]



Facciate in
intonaco e pietra



Carattere
moderno

1948 - 1952

60 e immagine: Comune di Ivrea, "Case per Dirigenti," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-per-dirigenti/> (accessed May 23, 2022).

L. RE
A. O. D'ISOLA
R. GABETTI

UNITÀ RESI- DENZIALE OVEST



Nascosta da una collina artificiale, a conclusione del parco di Villa Casana, si trova l'Unità residenziale Ovest, la quale sarà oggetto di successivi approfondimenti, nonché caso studio individuato per lo sviluppo della tesi.

Ad occuparsi del progetto, tra il 1968 e il 1971, gli architetti Aimaro Oreglia d'Isola e Roberto Gabetti, assieme a Luciano Re. La residenza è a pianta semi-circolare, semi ipogea, ed è pensata per ospitare tirocinanti, studenti e collaboratori dell'azienda.

La copertura è una terrazza pubblica che si affaccia sulla corte privata dell'edificio, un enorme prato verde ai piedi di un bosco.[59]



2 p.f.t



Facciata
continua



Costruzione
semi-ipogea



Pianta a sezione
di corona circolare

61 e immagine: Comune di Ivrea, "Unità Residenziale Ovest (Talponia)," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/unita-residenziale-ovest-talponia/> (accessed May 23, 2022).

1968 - 1971

CAPELLARO

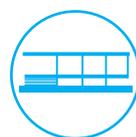
G. M. OLIVERI
M. NIZZOLI



Nell'opera successiva si ritrovano Marcello Nizzoli e Gian Mario Olivieri, in quella che si chiama Villa Capellaro. I prospetti sono caratterizzati da una combinazione di pietra e intonaco e ali frangisole a continuare l'orizzontalità delle travi in cemento. Questi elementi in aggiunta al muro di contenimento in pietra e cemento contribuiscono a donare particolare unicità all'edificio.[60]



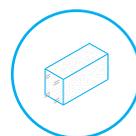
Facciate in
intonaco e pietra



Carattere
moderno



Ali frangisole



Coronamento
in cls

1953 - 1955

62 e immagine: Comune di Ivrea, "Villa Capellaro," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/villa-capellaro/> (accessed May 23, 2022).

G. POLLINI
L. FIGINI

CASE FAMIGLIE NUMEROSE



Come replica della Casa Popolare di Borgo Olivetti, ma a scala ridotta e in serie, si trovano le Case per Famiglie Numerose, periodo di costruzione che va dal 1939 al '41, su progetto di Luigi Figini e Gino Pollini.

Di ispirazione razionalista e con le stesse caratteristiche distributive della precedentemente citata Casa Popolare, differiscono da essa solamente in colore e dimensione e rappresentano la ricerca sulle case per operai svolta durante quegli dagli architetti, nel complesso industriale eporediese.[61]



3 p.f.t.



Famiglie



Ballatoi di
ingresso



Giardino di
pertinenza

63 e immagine: Comune di Ivrea, "Case per Famiglie Numerose," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-per-famiglie-numerose> (accessed May 23, 2022).

1939 - 1941

QUATTRO ALLOGGI

G. M. OLIVERI
M. NIZZOLI



La parte residenziale dell'area si chiude con le Case Quattro Alloggi, altro progetto di Nizzoli e Olivieri del 1950, due parallelepipedi sfalsati, coronati da un tetto giardino e da una grande pensilina che copre il vano scala.

I grandi balconi parzialmente schermati con elementi d'acciaio ne disegnano la facciata, e la tipologia e grandezza delle aperture dettano la destinazione degli ambienti retrostanti: grandi finestre per soggiorni e camere da letto principali a ovest, aperture più piccole per camere secondarie e servizi ad est.[62]



2 p.f.t



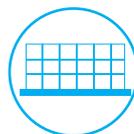
Facciata in mattoni



Carattere Industriale



3 p.f.t



Facciata strutturale



Finestre a nastro

1950

64 e immagine: Comune di Ivrea, "Case Quattro Alloggi," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-quattro-alloggi> (accessed May 23, 2022).

G. M. OLIVIERI
M. NIZZOLI

DICIOTTO ALLOGGI



Ultimo edificio residenziale è l'Edificio 18 Alloggi, ancora progetto di Nizzoli e Olivieri del 1954 e terminato nel 1956.

Il progetto prevedeva la distribuzione degli spazi interni sul lato est, dove risaltano le caratteristiche compositive dei tre blocchi di edifici: il blocco dove si collocano ingresso e corpo scala, a sud, è segnato attraverso delle fasce orizzontali; il lato nord presenta delle pieghe a ventaglio; infine, il blocco centrale è caratterizzato da finiture in klinkler blu.

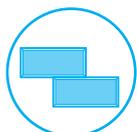
All'ingresso si trovano pilastri rivestiti in ceramica con diverse colorazioni e un mosaico realizzato da Nizzoli. Di fronte all'edificio si trova un'area che ospitava dei giochi per bambini delimitata da un cordolo in cemento.[63]



Tre corpi



Facciata arretrata
in mattoni



Facciata in
klinker blu



Edificio
sollevato

65 e immagine: Comune di Ivrea, "Edificio 18 Alloggi," Ivrea, industrial city of the 20th century. Ivrea, industrial city of the 20th century (accessed May 23, 2022).

1954 - 1956

PALAZZO UFFICI

M. NIZZOLI
G.A. BERNASCONI
A. FIOCCHI



Giunti quasi al termine della mostra, si trova il Palazzo Uffici Olivetti, progettato da Annibale Fiocchi, Gian Antonio Bernasconi e Marcello Nizzoli tra il '52 e il '55 e successivamente realizzato dal '60 al '64.

Derivante dalla necessità di una sede di rappresentanza che ospitasse anche la presidenza, è composto da tre corpi architettonici disposti a 120° gradi l'uno dall'altro attorno a un volume centrale, al cui interno si trova una scala monumentale come di consueto all'epoca.

Al piano terra di trovano uno spazio dove presentare i prodotti della Olivetti, una sala riunioni e una foresteria progettata da Ettore Sottsass Jr nel 1968. Le decorazioni, le sculture d'arredamento e le finiture pregiate gli attribuiscono tutti i connotati derivanti dall'International Style di fine anni 50, dandogli un'accezione monumentale.

Parte del progetto è anche il Centro Elaborazione Dati (CED), del 1962, che mostra una copertura che sembra essere sospesa. Questo effetto è dovuto all'arretramento dei pilastri portanti rispetto ad essa e alle caratteristiche delle pareti perimetrali.

Una passerella lo collega al Palazzo Uffici, il quale è introdotto da una vasta area verde contornata di pioppi cipressini che, da progetto di Pietro Porcino (1963 – 1946), doveva fungere da filtro visivo.[64]



Finiture di pregio



Carattere moderno



Tre corpi



Pilastri arretrati da filo facciata

1952 - 1964

66 e immagine: Comune di Ivrea, "Palazzo Uffici Olivetti," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/palazzo-uffici-olivetti/> (accessed May 23, 2022).

G. VALLE



NUOVO PALAZZO UFFICI

L'ultima opera del percorso museale è il Nuovo Palazzo Uffici Olivetti (1985 – 1988), che nasconde il CED dalla strada.

A progettarlo fu l'architetto Gino Valle, il quale pensa a un complesso di cinque edifici a formare una curva, arretrati rispetto alla strada, in modo da instaurare un dialogo con l'esistente Palazzo Uffici Olivetti.

I suoi sei piani di altezza mostrano una facciata, composta dall'alternanza di finestre a nastro con fasce marcapiano in cemento e file piene di muratura in mattoni, che assume dinamicità grazie alle tende schermanti a protezione dalla luce solare.[65]



Cinque corpi



Tende esterne



Facciata in mattoni



Fasce marcapiano in cls



6 p.f.t



Finestre a nastro

67 e immagine: Comune di Ivrea, "Nuovo Palazzo Uffici Olivetti," Ivrea, industrial city of the 20th century. <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/nuovo-palazzo-uffici-olivetti/> (accessed May 23, 2022).

1985 - 1988

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Con questo si conclude il disegno di un complesso industriale che mira a soddisfare nuove necessità della sfera aziendale e che si propone come modello internazionale, attraverso l'adozione di nuovi strumenti: sia dal punto di vista produttivo, funzionale, che da quello sociale legato alla salute dei lavoratori, puntando a fornire luoghi di lavoro di qualità che permettano di integrare al meglio produttività, formazione personale (sociale e lavorativa) e vita quotidiana

3.1.2

IL PROGETTO DI GABETTI E ISOLA, L'UNITÀ RESIDENZIALE OVEST

Come anticipato nel capitolo precedente, la tesi si concentrerà sul caso del recupero energetico delle architetture residenziali e, in particolare, dell'Unità Residenziale Ovest che, sintetizza i nodi critici della riqualificazione energetica degli edifici contemporanei, realizzati dagli architetti che erano l'espressione del movimento moderno.

Progettato dagli architetti Gabetti & Isola, l'Unità Ovest fu realizzata tra il 1967 e 1974, su committenza - rappresentata dalla Olivetti, i cui amministratori delegati, all'epoca Bruno Jarach e Roberto Olivetti volevano realizzare un edificio destinato a residenze per lavoratori temporaneamente in trasferta, tirocinanti e studenti dell'azienda.

Alla richiesta iniziale di un grattacielo, Gabetti e Isola proposero invece quello che si può definire a tutti gli effetti un grattacielo orizzontale, ipogeo e che si estende con gli 82 alloggi per circa 240 metri, in modo da costituire, con l'asilo nido e gli uffici diametralmente opposti, un originale landmark visivo, in grado di imporsi sul paesaggio e modificarne la linea dell'orizzonte.. Il progetto di Gabetti e Isola è l'esatto contrariodi quanto previsto all'interno del masterplan di Luigi Figini e Gino Pollini, e, in particolare, mira a posizionarsi all'interno di un panorama pressoché definito, ormai noto ai suoi abitanti per geometrie, elementi, dinamica e relazioni, con un lungo semicerchio, di cemento armato, acciaio e vetro, che si affaccia sul fronte del bosco conclusivo del parco della Villa Casana, residenza nobiliare trasformata nel 1987 in sede dell'Archivio storico Olivetti. Il lungo curtain-wall, che costituisce l'elemento che più connota sul piano architettonico l'Unità residenziale, è scandito dalla ripetizione di un ordine di traversi metallici, ripetuto su due piani, intervallato da montanti che ne dettano l'andamento, sono l'unica facciata visibile.

Il resto è completamente ipogeo, coperto da una collina artificiale, il cui interno è attrezzato ad autorimessa a servizio dei residenti, la quale viene illuminata ed areata attraverso dei lucernai, sormontati da un cupolotto in perspex, unico elemento che denuncia la presenza della costruzione guardando dai

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

piedi della collina, punto di osservazione dal quale si vedono emergere dal verde del prato, come solo elemento artificiale dello scenario.

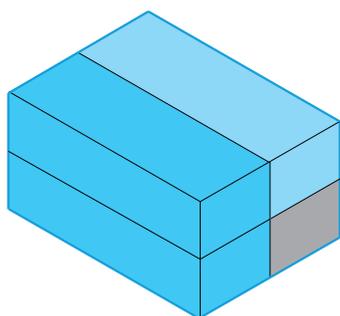
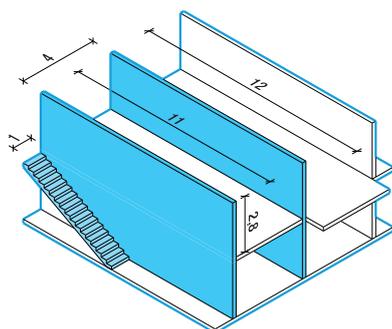
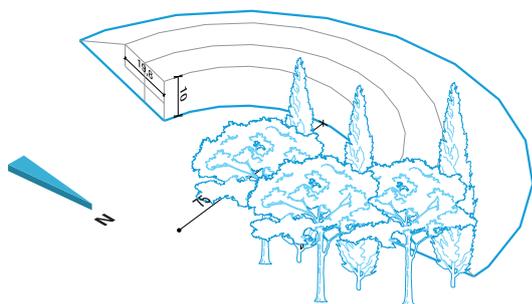
Sulla cima della collina il tetto dà luogo ad una terrazza pavimentata con piastrelle in cemento, che, da una balaustra in vetro, si affaccia sulla corte dell'edificio.

È proprio grazie a questa sua tendenza a nascondersi e al suo profilo che sembra emergere dal terreno, che l'Unità Residenziale Ovest si è guadagnata il soprannome di Talponia, attribuito dalla popolazione eporediese.

Nella *relazione al progetto di massima* presentata tra la fine del 1968 e il 1969, Gabetti e Isola spiegano che l'area da loro individuata per l'Unità residenziale Ovest risultava nella posizione migliore non solo per la vicinanza ai luoghi di lavoro, alle aree verdi e allo svincolo autostradale, ma anche perché rispondeva alla capacità di attrazione e qualificazione sociale richieste dalla committenza.

Dall'andamento del progetto, emerge poi che la fase di costruzione fu caratterizzata da ritardi e incomprensioni, al punto che il progetto originario subì numerose modifiche prima di divenire quello che conosciamo oggi.

12/68



x 46

x 23

12 DUPLEX
76 m²

34 SIMPLEX
48 m²

24 SIMPLEX
36 m²

Nel primo progetto presentato, approvata la forma semicircolare e orientata la scelta della tipologia abitativa verso delle cellule modulari, il raggio interno della costruzione era di 75 metri, con concavità orientata a est, e il dislivello collinare di 10.

All'interno si trovavano 46 moduli, a setti in cemento armato paralleli distanti 4 metri, separati da 23 vani scala di 1 metro. L'altezza di ogni cellula abitativa era di 2,8 metri per una profondità variabile da 11 metri per moduli duplex, a 12 per i simplex. Il metro di differenza tra le due profondità dettava in prospetto un ritmo di sporgenze e rientranze, a seconda della dimensione di ogni cellula abitativa:

- i simplex del piano terra, 24, erano di 36 m²;
- i simplex del primo piano, 34, erano di 48 m², sporgenti;
- i duplex, 12, erano di 76 m², rientranti.

Considerando la strada a due corsie e il parcheggio, la manica dell'edificio arrivava ad una profondità di 19,80 metri.

Il tetto era già previsto come terrazza pedonale, la quale era coperta da un tetto a due falde e terminava sulla corte con una balaustra.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

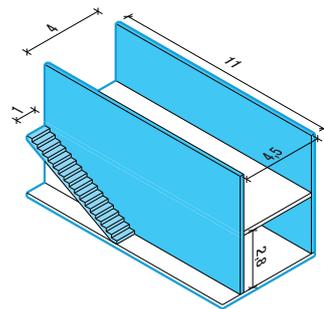
Successivamente, nell'aprile del '69, la superficie e cubatura, aumentarono, a favore di 59 moduli coi soliti 4 metri di larghezza, che però, per via della transizione da setti paralleli a radiali, subiscono una strombatura di 50 centimetri, mantenendo una luce di 4 metri sul fronte e di 4,5 metri sul retro.

Le dimensioni possibili delle cellule passano da tre a due, con i simplex che diventano da 46,4 m², mentre i duplex di 92,8 m², che vengono raggruppati e posizionati al centro della curva.

La manica è ridimensionata a 10,85 metri di profondità e serviti da 16 vani scala di 1 metro.

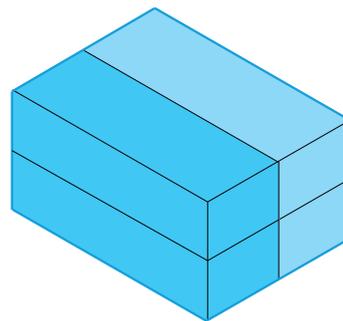
Tra l'autorimessa e gli appartamenti, al secondo livello viene integrata un'intercapedine di 1,15 metri.

04/69



x 59

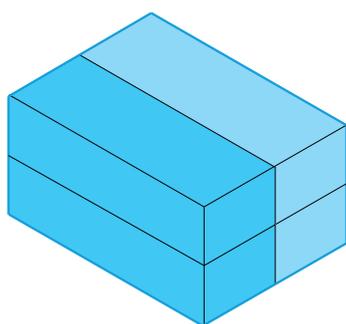
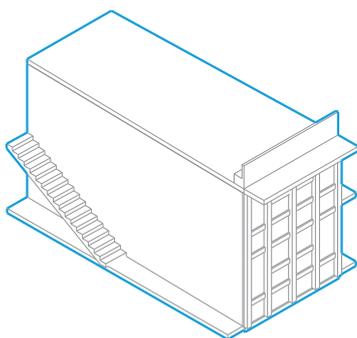
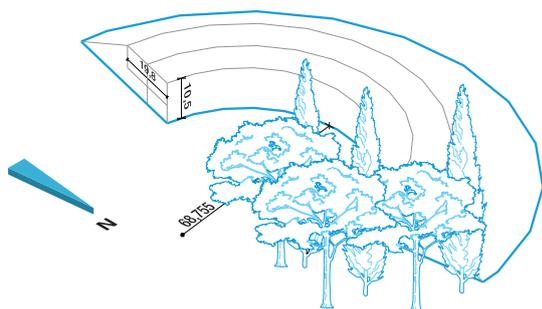
x 16



12 DUPLEX
76 m²

64 SIMPLEX
48 m²

05/69



13 DUPLEX
76 m²

70 SIMPLEX
48 m²

La base per il progetto esecutivo, di strutture ed impianti, viene determinata con le tavole del 7 maggio 1969, quando il totale delle abitazioni arriva a 82, 70 simplex e 12 duplex, di questi ultimi, uno in più sarà destinato ad uso del custode, posto sul lato sud.

Per meglio rispondere alle questioni riguardanti l'isolamento del solaio al piano terra, viene inserito un vespaio areato dell'altezza di 50 centimetri.

Il raggio di curvatura interno viene ridotto a 68,755 metri, ritmato dai montanti della facciata continua, in vetro e alluminio, posti a distanza di un metro l'uno dall'altro. A terminare i due livelli vetrati, si trova un parapetto-sedile, che sporge di un metro dal filo del solaio degli appartamenti, rivestito in mattoni, la cui funzione è quella di separare terra e curtain-wall, fungendo anche da riparo per quest'ultimo.

La copertura dell'edificio è quindi composta, per la parte dedicata alle residenze, dalla strada in pietra, per la parte di garage, dal manto erboso della collina, il quale viene interrotto da lucernari sormontati da cupole in perspex, che arieggiano e illuminano, oltre ad annunciare, la struttura sotterranea.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Dal 13 giugno 1969 ha inizio la fase esecutiva del progetto, dove ci sono **Sertec Engineerig Consulting S.p.a.** nel ruolo di Direzione Lavori, l'**Immobiliare San Giovanni S.p.a.** di Ivrea alla committenza e l'impresa costruttrice è rappresentata dalla **Ermanno Piano Costruzioni** di Genova.

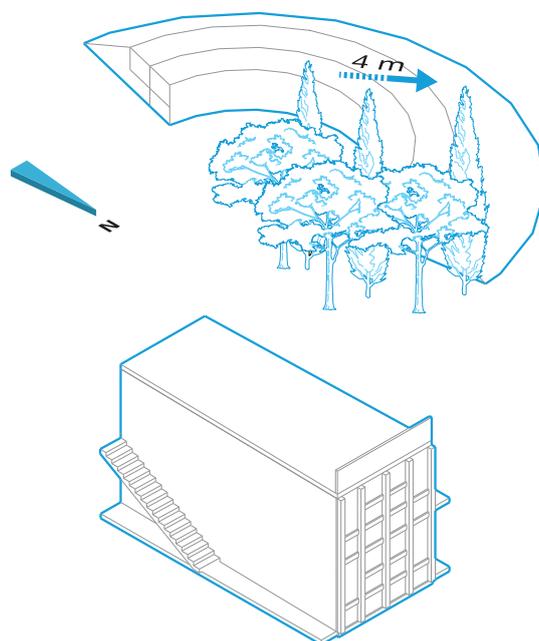
In questo mese, tutti gli attori, di comune accordo, elaborano un capitolato speciale d'appalto in cui indicano l'utilizzo di casseri in metallo per le pareti divisorie, aprendo così la possibilità di lasciare a vista il calcestruzzo, particolarità ritenuta molto importante per il progetto e punto forte dello stesso.

Un mese più tardi, per ridurre la quantità di scavi e aumentare la cubatura, il lotto viene spostato di 4 metri a nord ovest, azione da cui consegue un innalzamento di tutte le quote pari a 50 centimetri. Altra decisione che segna significativamente il futuro aspetto dell'edificio, è la rimozione del cornicione a sbalzo.

Negli ultimi due mesi estivi del 1969, Mario Gini, esperto in impianti termotecnici, detta e illustra le soluzioni per il progetto sia del curtain-wall che degli impianti, i quali sono pensati su misura dell'Unità Residenziale Ovest. Infatti, tenendo conto della disposizione radiale delle unità, con conseguenti differenze nell'orientamento di ognuna di esse, fu previsto un sistema autonomo, che permettesse di regolare la gradazione termica di ogni cellula.

La lunga fase di cantiere, come anticipato, è dovuta anche ai numerosi ritardi sul programma, come quello che ha toccato il

07/69



getto delle fondazioni, slittato fino alla prima metà del '70. Inoltre, a causa di un errore in fase di costruzione, che ha visto coinvolti i setti divisorii degli appartamenti, fu necessaria la posa del materiale sintetico di rivestimento *Resinflex*. Non fu dunque possibile lasciare il calcestruzzo armato a vista, in quanto i casseri furono realizzati in legno e non, come da progetto, in metallo.

In un certo senso, anche l'unità residenziale ovest potrebbe essere tenuta in considerazione parlando delle HOUSE OF THE FUTURE citate nel capitolo precedente. Anche essa è sviluppata adottando il modello modulare, che presenta in primo luogo una facciata continua, componente un po' pionieristica dell'epoca essendo una tra le prime realizzate in Italia, a cui si aggiungono gli appartamenti, la cui espansione radiale permette di riprendere la ripetizione, in successione e sistematica, dei serramenti.

Lo spazio interno è un connubio di integrazioni, impiantistiche e funzionali.

Partendo dalla facciata continua, i cui moduli sono pensati per soddisfare al contempo criteri di illuminazione, areazione e termoventilazione, diventando un esempio di parete attrezzata, attraverso tende mobili, finestre scorrevoli e radiatori, integrati. Per quanto riguarda lo spazio, invece, i suoi arredi e la sua disposizione ne permettono un uso multifunzionale, dove è possibile fare molte cose, ma non tutte.

Nei simplex, per esempio, si trovano tende mobili e separé, che consentono di adattare lo spazio a seconda delle necessità; per i duplex, invece, era previsto un mobilio, progettato dagli architetti e costruito dalla ditta **Boschis** di Torino, composto da divani-letto, tavoli-scrittoi, cassettiere e piani lavabo, tutti modulari e in materiale durevole.^[68]

68: A. Caretto Buffo, "Unità residenziale ovest di R. Gabetti e A. Isola ad Ivrea: conservazione e innovazione / Anna Caretto Buffo; rel. Liliana Bazzanella, Carlo Giammarco," Unità residenziale ovest di R. Gabetti e A. Isola ad Ivrea conservazione e innovazione. Torino, 2006.

L'unità residenziale ovest non si impone sullo spettatore marcando la propria esistenza, bensì manifesta la sua presenza impercettibilmente.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Per riconoscere la sua impronta, il suo segno, sottolinea Aimaro Isola, bisogna guardare dall'alto

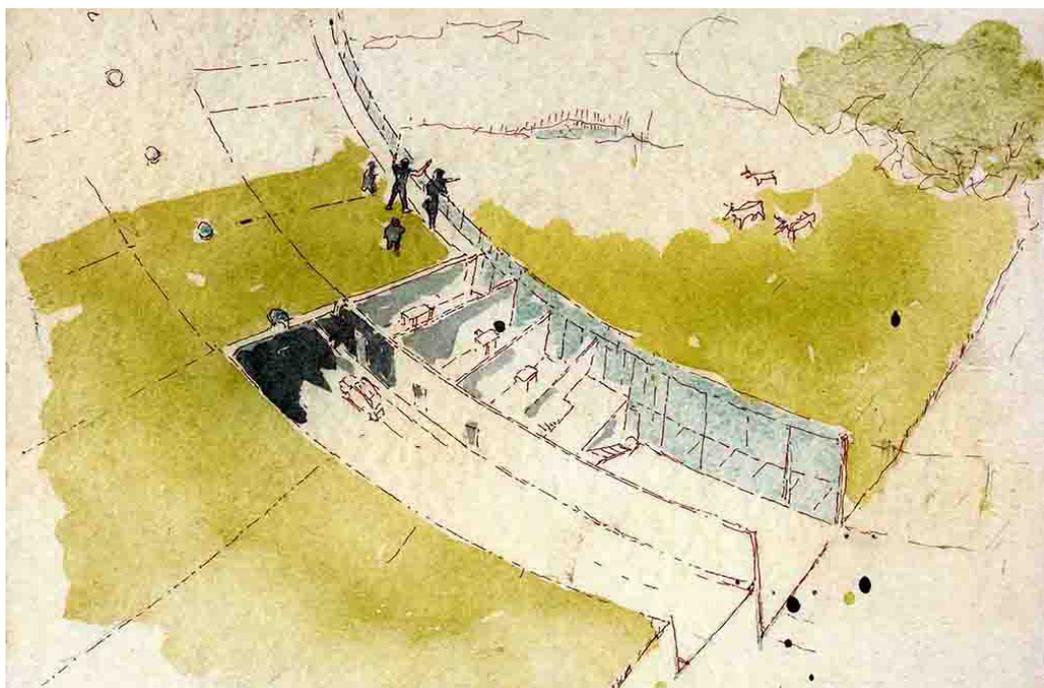
La struttura si combina con il paesaggio, in questa collina verde, seguendo la volontà degli architetti di “nasconderla” nel contesto.

Un nascondiglio, tuttavia, che non mira a mimetizzare, ma che rappresenta più lo stato primordiale, la nascita di qualcosa di nuovo che è pronto a venir fuori, qualcosa completamente in contrasto con l'esistente, ma che una volta presente dona l'impressione di esserci sempre stato^[69].

Ecco quindi che l'edificio si trasforma in un elemento che funge da collegamento tra attività artificiale e naturale, ponendo quest'ultima al centro e dandole un ruolo da protagonista in quella che può essere associata a una scena teatrale.

Come scrivono Gabetti e Isola in un numero di *Architecture d'Aujourd'hui* nel '73^[70], il loro intento realizzando quest'opera era quello di offrire al lavoratore, stanco di una giornata di lavoro, un percorso di abbandono a se stesso e alla natura, cominciato con la separazione dalla macchina, intesa come automobile e come mezzo di lavoro, per rintanarsi in un luogo intimo in cui cercare la propria pace^[71].

“Se caliamo la nostra telecamera dalla luna, vediamo quasi come si fosse una luna che si trova su questo prato. Un grosso segno. Quasi un qualcosa che viene da un altro mondo”^[69]



69: A. Isola, Italia. Aimaro Isola racconta l'Olivetti Residenziale Ovest, (May 26, 2014). Accessed: May 24, 2022. [Online Video]. Available: <https://youtu.be/36-AqsEO-e2s>

70: AA. VV., “Jeunes architectes dans le monde: R.Gabetti (1925), A.Oreglia d'Isola (1928),” *L'Architecture d'aujourd'hui*, vol. 73. Parigi, Sep. 1957.

71: Nina Bassoli, “Revisit: Talponia housing by Roberto Gabetti and Aimaro Isola,” *The Architectural Review*, Londra, pp. 56–65, 2021. Accessed: Aug. 11, 2022. [Online]. Available: <https://www.architectural-review.com/essays/revisit/revisit-talponia-housing-by-roberto-gabetti-and-aimaro-isola>

Immagine pagina affianco: Terrazza e corte verde, Archivio storico Olivetti, ottenuta da: [https://italiana.esteri.it/italiana/eventi/universo-olivetti-inaugura-a-lisbona/\(22/06/2022\)](https://italiana.esteri.it/italiana/eventi/universo-olivetti-inaugura-a-lisbona/(22/06/2022))

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Pertanto l'opera rappresenterebbe la platea di un grande teatro naturale, da cui osservare uno spettacolo composto in quattro atti, le stagioni

In qualche modo, quindi, Gabetti e Isola, negli anni 60, anticipano tematiche e concetti considerabili futuristici all'epoca, intavolando concetti che solo ora vengono affrontati e approfonditi ordinariamente.

Negli ultimi anni si è assistito a una forte crescita della domanda di spazio da dedicare a sé stessi, non solo inteso nella sua dimensione fisica.

La moltitudine di canali di informazione, lo sviluppo che hanno subito sino al giorno d'oggi, permettendo soprattutto una diffusione di informazioni più rapida e su più grande scala e semplificando notevolmente le modalità d'accesso ad esse, han fatto sì che si moltiplicassero la possibilità e la voglia di apprendere cose nuove, su se stessi e su ciò che circonda, con buone opportunità di migliorarne anche la riuscita, se pensiamo che un maggior coinvolgimento in ciò che facciamo ci invoglia a sfruttare a pieno le nostre capacità.

Questa "esplorazione personale" ha portato a maggiore chiarezza e consapevolezza sull'importanza di dedicarsi a sé stessi e inevitabilmente a ciò che ci sta intorno, essendo la società il riflesso dell'edificato.

L'impatto di questa evoluzione di pensiero si è riversato indubbiamente anche sull'architettura, non intesa nel suo aspetto puramente fisico, ma includendo inoltre, e specialmente, quello organico.

È iniziato un percorso di ricerca ecologica e di sostenibilità che i due architetti preannunciarono ad Ivrea, dove la natura si riappropria del suo ruolo centrale, all'interno delle città, come del nostro io.

Questo è sfociato in quella che viene chiamata bioarchitettura, la cui caratteristica principale è l'integrazione di elementi artificiali e vegetali.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Al di là degli aspetti normativi, dei criteri ambientali minimi e dei molteplici protocolli che regolano il livello di sostenibilità degli interventi, pensando a realizzazioni recenti, ne troviamo una buona parte che mette in forte relazione lo spazio, pubblico o privato, con la componente ecologica dei luoghi e della loro materialità.

Nel contesto torinese, non lontano dal Parco del Valentino, si può prendere come riferimento il 25 verde, edificio residenziale, realizzato nel 2007, con l'intento di costruire una “*foresta abitabile*”, capace di combinare architettura e vegetazione^[72].

I prospetti e le coperture, ma non solo, anche gli spazi comuni e quelli privati sono un'eco di elementi naturali.

Tra specchi d'acqua, elementi lignei di rivestimento, tetti verdi, una corte pensata come un giardino e l'irregolarità degli spazi, dovuta alla loro geometria e alle numerose piante che li abitano, la concezione che si ha dell'isolato è quella di un ambiente spontaneo, naturale, la cui artificialità fa solo da contorno.



A comporre il quadro finale, un'enorme varietà botanica, rappresentata da alberi, arbusti e fiori di diverse specie. Elementi che si occupano dell'assorbimento di tonnellate di anidride carbonica ogni anno, ma soprattutto, che permettono di ottenere un microclima ideale, bilanciando temperatura e umidità dell'aria (assorbendo quella in eccesso), e provvedendo un elevato comfort interno ottimizzando l'efficienza energetica^[73].

La composizione dell'edificio mira, dunque, sia a tutelare l'ambiente, restituendogli buona parte di ciò che prende in prestito, sia a incrementare la qualità della vita tutelando il benessere

Immagine sopra: 25 Verde, Torino (<https://divisare.com/projects/283279-Lucia-no-Pia-25-Verde>)

72: Wikipedia, “Condominio 25 Verde,” Wikipedia, L'enciclopedia libera, Jan. 27, 2022. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Condominio_25_verde&oldid=125327287 (accessed May 24, 2022).

73: Lineeverdi, “25 verde.” <http://www.lineeverdi.com/portfolio/25-verde/> (accessed Aug. 25, 2022).

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO



fisico ed emotivo degli occupanti⁷⁴.

La stessa tipologia di intervento verrà riproposta anni dopo dall'architetto Stefano Boeri, a Milano nella zona di Porta Garibaldi, il Bosco Verticale. Due torri residenziali caratterizzate dalla presenza di più di 2000 specie arboree in 26 e 18 piani⁷⁵.

Urbanisticamente parlando, invece, si sta passando a un nuovo modello che punta a incentrare l'anima degli spazi sul rapporto uomo-natura, intesa come ciclo spontaneo, parte di un sistema che migliora ciò di cui è composto migliorando ciò che lo circonda. Uno stato di salute generale scaturita da una cura maggiore degli aspetti che la influenzano quali appunto l'ambiente sì, ma anche il benessere psico-fisico legato alla cura del proprio corpo.

74: Immobiliare Parco del Valentino s.r.l., "25 Verde." <http://www.25verde.com> (accessed May 24, 2022).

75: Wikipedia, "Bosco Verticale," Wikipedia, L'Enciclopedia libera, May 16, 2022.

Immagine sopra: Bosco verticale, Milano (<https://www.stefano-boeriarchitetti.net/project/bosco-verticale/>)

Le strade delle metropoli incominciano a subire cambiamenti radicali nelle loro gerarchie, donando più spazio al pedone e riducendo ai minimi termini quello pensato per automobili e mezzi pesanti.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO

Si sta ritornando a un sistema che pur essendo meno moderno risulta più attuale ed efficiente di quello esistente. Permette di vivere più a pieno le strade e le piazze, riportando una nota di tranquillità che si oppone a quel senso di frenesia tipico delle città, agevolando l'attraversamento dei luoghi, generando nuovamente soluzioni a misura umana, producendo spazi di sosta più sicuri e piacevoli da abitare connessi tra loro più armoniosamente, a beneficio della loro attrattività.

Perciò, L'Unità Residenziale Ovest si dimostra una House of the future non tanto per la sua ricerca puramente materiale, ma per il fatto che pone quesiti e affronta tematiche che anticipano quelle a venire.

Certo, la proposta presenta, come detto, una facciata con caratteristiche non comuni a quelle dell'epoca e una distribuzione modulare frutto di una ricerca che in quegli anni era molto diffusa, quella delle residenze per lavoratori, ma gli aspetti più innovativi son ben altri.

La sua collocazione, volta a promuovere la sosta, la curiosità, l'esplorazione, che, per i visitatori, si concentra maggiormente sulla sua architettura, sull'aspetto spaziale, fisico, mentre i suoi abitanti vengono richiamati maggiormente dall'impatto del tempo sull'ambiente che vivono, dal mutare degli elementi naturali dello scenario in cui si ritrovano, dall'aspetto organico di tutto quello che li circonda.

Tutto di quest'opera, dalle aree esterne agli appartamenti, domanda all'utente di prendersi del tempo, di fermarsi, ammirare e riflettere, dando maggior rilievo al benessere psico-fisico, in completa armonia con la volontà della famiglia Olivetti, seguendo a pieno la sua politica.

IVREA, CITTÀ INDUSTRIALE DEL XX SECOLO



Immagine sopra: elementi arredo ideati per alloggi da Gabetti e Isola (<https://www.exibart.com/evento-arte/gabetti-e-di-sola-talponia/>)

Immagine sotto: set mobili da cucina, a destra lavello, al centro fornelli a sinistra frigoriferi e armadietti, Aimaro Oreglia d'Isola (<https://living.corriere.it/arte/gallery/shit-and-die-maurizio-cattelan-artissima-50112875806/?pag=2>)

LO STATO DI FATTO

3.2

.1

ARCHITETTONICO
122

.2

IMPIANTISTICO
139

ARCHITETTONICO

Diverse caratteristiche e qualità contraddistinguono l'opera, molte delle quali, ampiamente citate e discusse nelle sezioni precedenti.

L'essenza del progetto originale, ci ha permesso di insidiarci maggiormente e con costanza nella ricerca alla base di questa tesi, portandoci ad una rivalutazione continua dello scopo di essa e del mezzo adottato per raggiungerlo.

La ricerca del caso studio ruotava attorno all'obiettivo di definire il risparmio energetico legato all'adozione di un impianto automatico, all'interno di un contesto reale e credibile, di cui fosse possibile distinguere punti di forza e criticità, per pensare e sviluppare strategie su misura rispetto a un bene riconosciuto dalla critica internazionale dal punto di vista architettonico, che rappresenta una forma di espressione del movimento moderno riconosciuta a livello internazionale.

L'oggetto di studio richiedeva al tempo stesso due tipi di versatilità ed adattamento specifici.

In primo luogo, quella legata all'aspetto fisico dell'intervento, ovvero si cercava un esempio che potesse permettere di individuare un numero di soluzioni da applicare in serie e su grande scala, ma che al tempo stesso fossero in qualche modo uniche tra di loro, per caratteristiche intrinseche ed estrinseche. Parallelamente, per poter definire l'effettivo vantaggio nell'installazione di un sistema automatico, era necessaria la definizione di profili di utilizzo, che sarebbero risultati simili nel complesso, ma fortemente diversi se osservati nel dettaglio.

Dunque, l'Unità Residenziale Ovest è apparsa come caso studio perfetto, in quanto costituisce un'architettura riconosciuta a livello internazionale, di cui gli interventi di miglioramento energetico devono preservarne gli elementi connotanti, a discapito di soluzioni che portino a prestazioni energetiche migliori. L'opera rappresenta quindi un esercizio di recupero edilizio inserito all'interno di una palestra bioclimatica, definita dalle caratteristiche che rendono unico ogni modulo che la compone: il diverso orientamento dovuto allo sviluppo su sezione di corona circolare della pianta; la tipologia di ogni unità abitativa, simplex o duplex; la sua posizione all'interno del sistema

costruttivo, sul primo, secondo, o entrambi i livelli; e infine la presenza di un fronte continuo vetrato che costituisce il fattore più penalizzante, ma al tempo stesso quello più connotante dal punto di vista della sua riconoscibilità, tra le opere realizzate dal Movimento Moderno, in un sito per di più tutelato dall'Unesco.

In tal senso, nell'ottica di un intervento mirato a migliorare il sistema edificio-impianto, nel panorama costituito da beni appartenenti alla storia dell'architettura moderno-contemporanea, risulta difficile conciliare con i relativi elementi che ne connotano l'importanza storico-artistica soluzioni che permettano una riduzione dei consumi pari a quella che si riscontrerebbe dopo un intervento che interessi un edificio non tutelato.

A restringere il campo, di materiali e soluzioni tecnologiche adatte a risolvere questioni puntuali, si trovano infatti dei vincoli, giustamente imposti, i quali fanno sì che a prevalere sulla prestazione legata al sistema edificio-impianto siano quelle strategie che prediligono l'aspetto volto a una conservazione dell'esistente, che non ne stravolgano il carattere.

Il primo passo per comprendere a pieno quali fossero le migliori strategie da adottare per raggiungere un buon compenso energetico passivo, ovvero che non tenesse conto della componente impiantistica, è stato analizzare lo stato di fatto dell'Unità Residenziale.

Dalla consultazione di disegni storici presso la biblioteca di ateneo, varia documentazione, fornita dal professor Micono e raccolta da studenti di un atelier del corso magistrale di *Architettura per il restauro e la valorizzazione del patrimonio edilizio*, completa di rilievi, fotografie e visite sul posto, si è appreso quanto segue.

Per quanto riguarda gli elementi verticali, la struttura portante dell'edificio è realizzata con setti in calcestruzzo, dello spessore di 18 centimetri per la manica delle abitazioni, e di 40 per quella, contro terra, di spalle all'autorimessa.

Tutti i muri interni, come quello che separa la zona giorno dal-

LO STATO DI FATTO

la zona servizi, sono realizzati in blocchi forati: da 7 cm per quanto riguarda le partizioni dell'appartamento, da 12 cm, per il muro che separa le unità abitative dall'intercapedine, posta tra esse e la strada a servizio dei parcheggi.

Le pareti della zona giorno sono rivestite, come detto, in Resinflex, mentre quelle dei bagni in piastrelle di ceramica.

La tecnologia della facciata vetrata rappresenta forse il punto più critico a livello di dispersioni, in quanto realizzata con profili metallici senza taglio termico e vetri singoli non trattati.

Per le chiusure orizzontali si utilizza sempre un sistema in laterocemento.

Il solaio contro terra è posto al di sopra di un vespaio areato di 50 cm, mentre per quanto riguarda la sua composizione, si tratta di un sistema costruttivo bisap, così come per quello di separazione tra i due livelli e quello di chiusura al di sotto della copertura.

Quest'ultima presenta una composizione particolare, al di sopra di una barriera al vapore sono posizionati due strati di sughero da 3 centimetri, su cui si trova una membrana impermeabilizzante, che fa da base per il massetto delle pendenze. Quest'ultimo ingloba al suo interno i piedini di cemento che sorreggono le piastrelle trapezoidali in cemento.

La parte di copertura, a causa di danni dovuti al tempo e all'usura dei materiali, è stata soggetta a interventi di restauro negli anni e non presenta più, dunque, i materiali del progetto originale.

A livello di distribuzione interna invece, il collegamento diretto tra la parte garage e la parte residenza, sottolinea ulteriormente il rapporto del Residenziale con la natura: lasciando la macchina, ci si dirige sul lato opposto della careggia, verso le porte che conducono agli alloggi. Oltrepassata quella soglia, un fascio di luce, prodotto dalla parete vetrata a tutta altezza che dona sulla corte verde, illumina le scale agli estremi della quale troviamo le porte di ingresso agli appartamenti, due per livello nel caso di unità Simplex.

La strada che entra nella collina, la persona che lasciandosi la macchina alle spalle, si rifugia nel suo ambiente domestico, per

dedicarsi a sé stesso ammirando la natura.

Nelle unità più piccole, una volta superata la soglia d'ingresso ci si ritrova nell'openspace che ospita soggiorno e cucina, quest'ultima posta sulla parete opposta alla porta, i quali mobili ne occupano metà della lunghezza, lasciando l'altra metà alla parte di soggiorno. A separare la zona giorno dalla zona notte, nel progetto originale, troviamo una parete mobile che permette di configurare la pianta a seconda delle necessità del momento. Il blocco servizi, composto di tre vani, articolati in linea a partire dal centro, è posto al fondo del modulo dettato dai setti portanti, con alle spalle il locale tecnico di intercapedine tra la collina e le unità.

Diverso, seppur lievemente, invece il discorso per i Duplex. Qui, l'ingresso si trova sullo stesso livello dell'autorimessa, subito dietro una porta che fa da filtro tra i due ambienti, e si apre sempre sulla zona giorno, questa volta però dal fondo dell'unità e non più dal fianco.

Sullo stesso lato della porta di ingresso, ma su un piano avanzato rispetto ad essa, troviamo la cucina, che guarda sul soggiorno e la corte attraverso la parete vetrata.

Lungo il setto murario, che divide dal Duplex adiacente, corre la scala che serve il piano inferiore, dove si trovano: verso il limite della parte concava della pianta, la camera da letto; sul lato opposto invece si collocano i servizi, con la stessa distribuzione del modello Simplex, distribuiti da un disimpegno che serve pure due piccoli spazi posti specularmente alle scale.

Questa, la disposizione prevista dal progetto originale, tuttavia, con la trasformazione del bene da residenza per lavoratori a residenza privata, molte cellule han subito dei cambiamenti, minimi, sia per quanto riguarda le partizioni, passando per il mobilio, sia per le finiture.

Infatti, cercando su siti internet di annunci immobiliari, dalle foto, si nota come alcune unità non presentino più l'elemento separé tra zona giorno e notte dei simplex; altri invece, presen

LO STATO DI FATTO

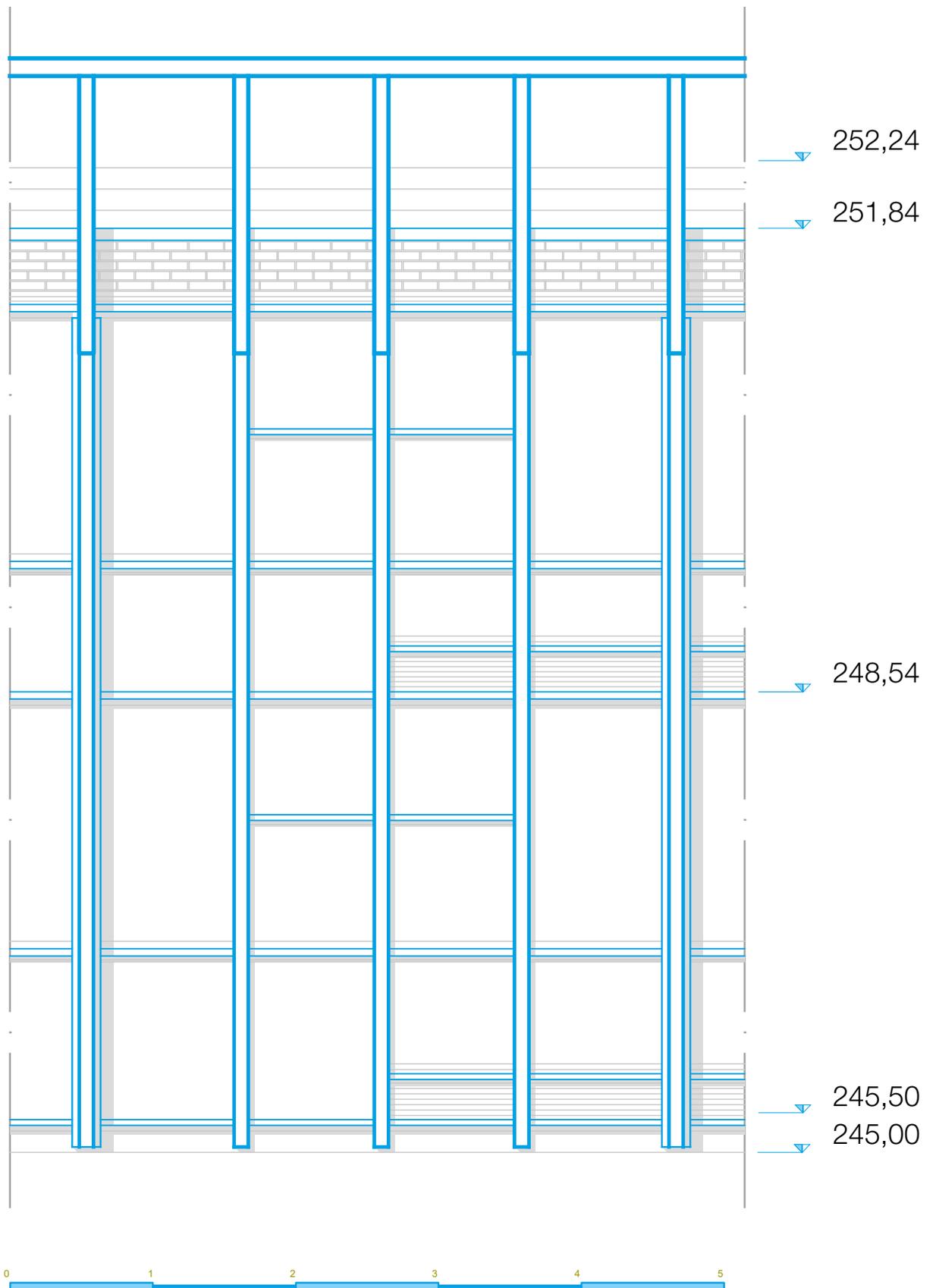
tano un pavimento in piastrelle al posto dello strato in linoleum; o ancora, la distribuzione dei servizi è stata modificata, riducendo il blocco servizi da tre a due vani.



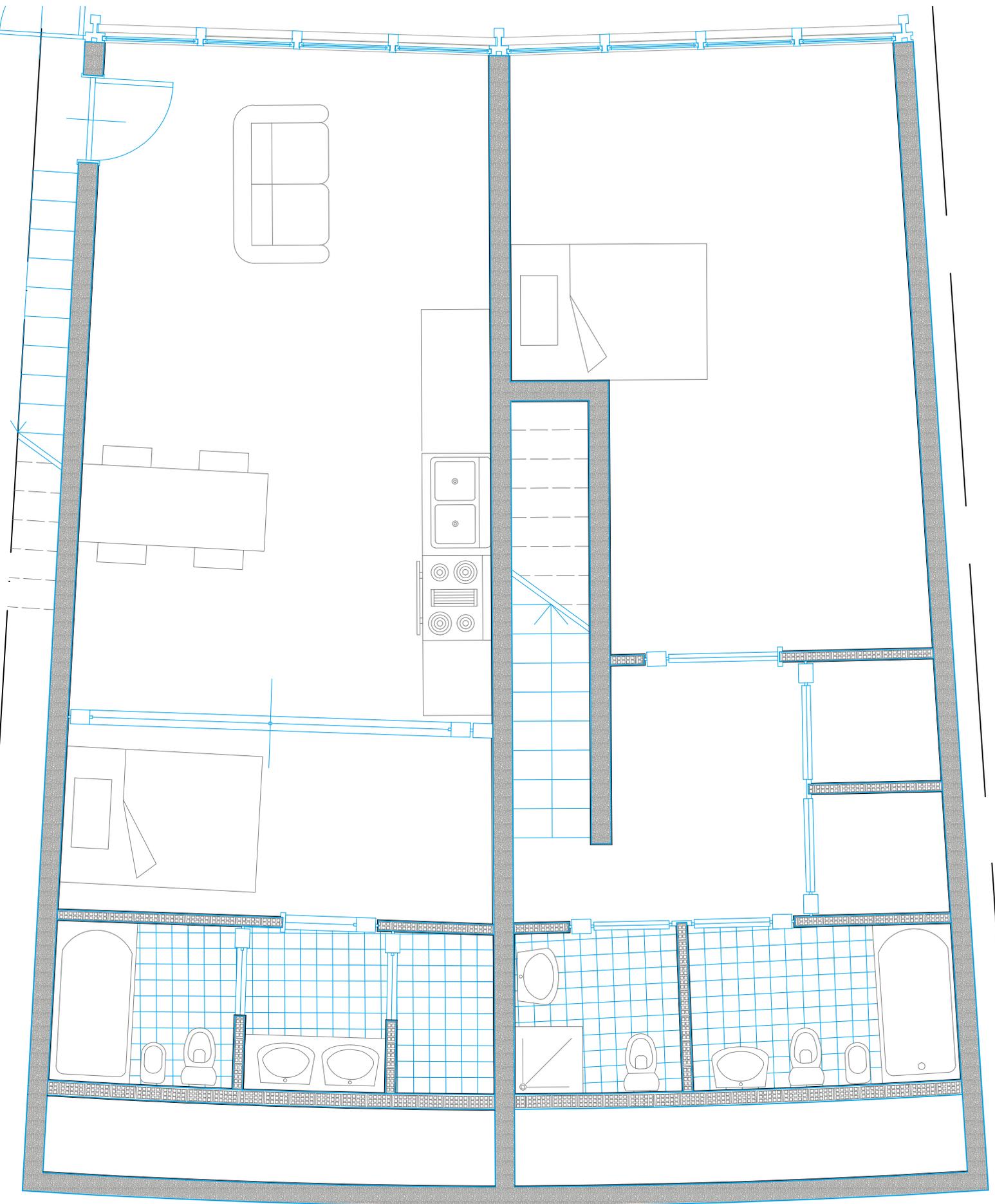
Immagine sinistra: Simplex ristrutturato, Annuncio immobiliare online. Accessed on May 5, 2022 (<http://www.cannatacase.com/index.php/component/estate-agent/property/1022/ivrea-via-carandini?Itemid=437>)

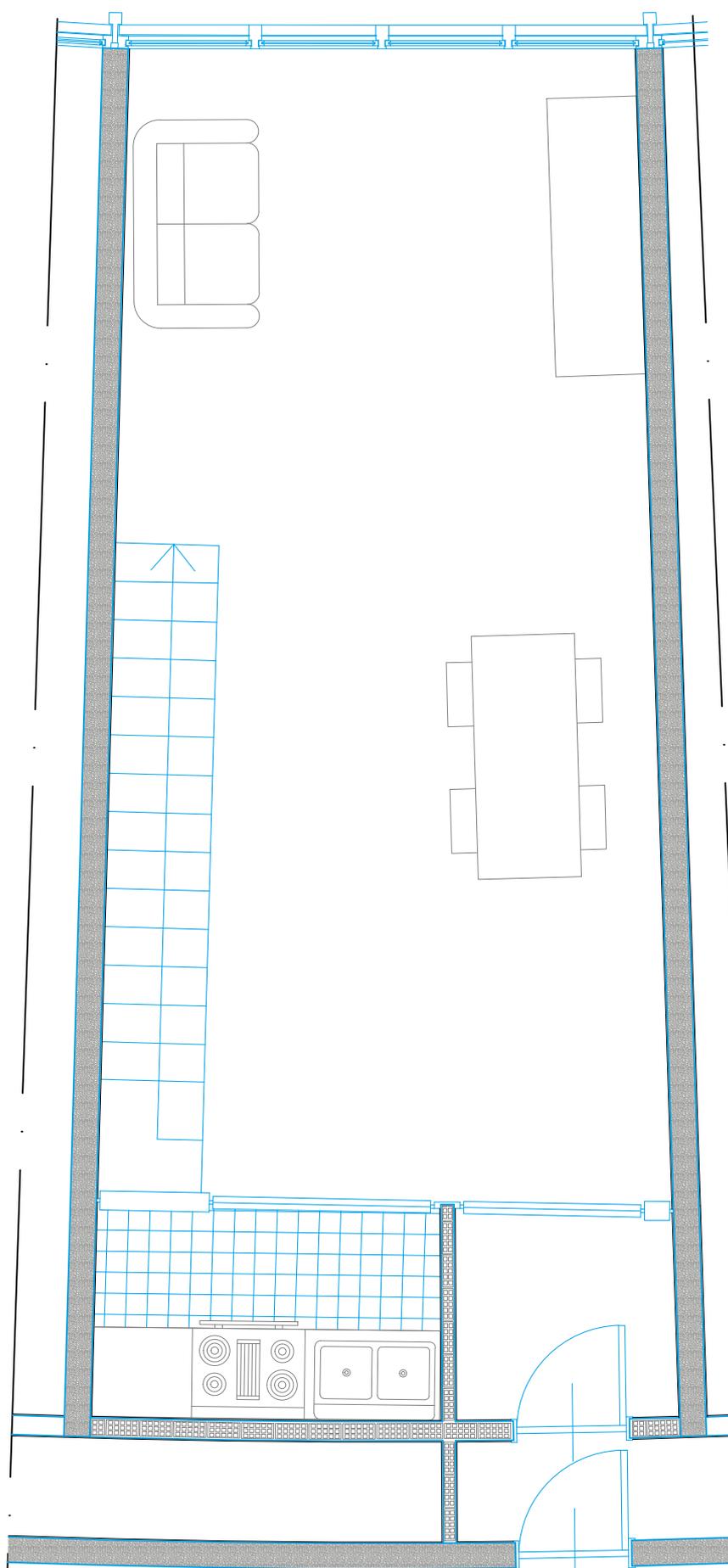
Immagine destra: Simplex, Annuncio immobiliare online. Accessed on May 5, 2022 (<https://www.casadaprivato.it/appartamenti/bilocale-arredato-torino-239854>)

LO STATO DI FATTO



LO STATO DI FATTO





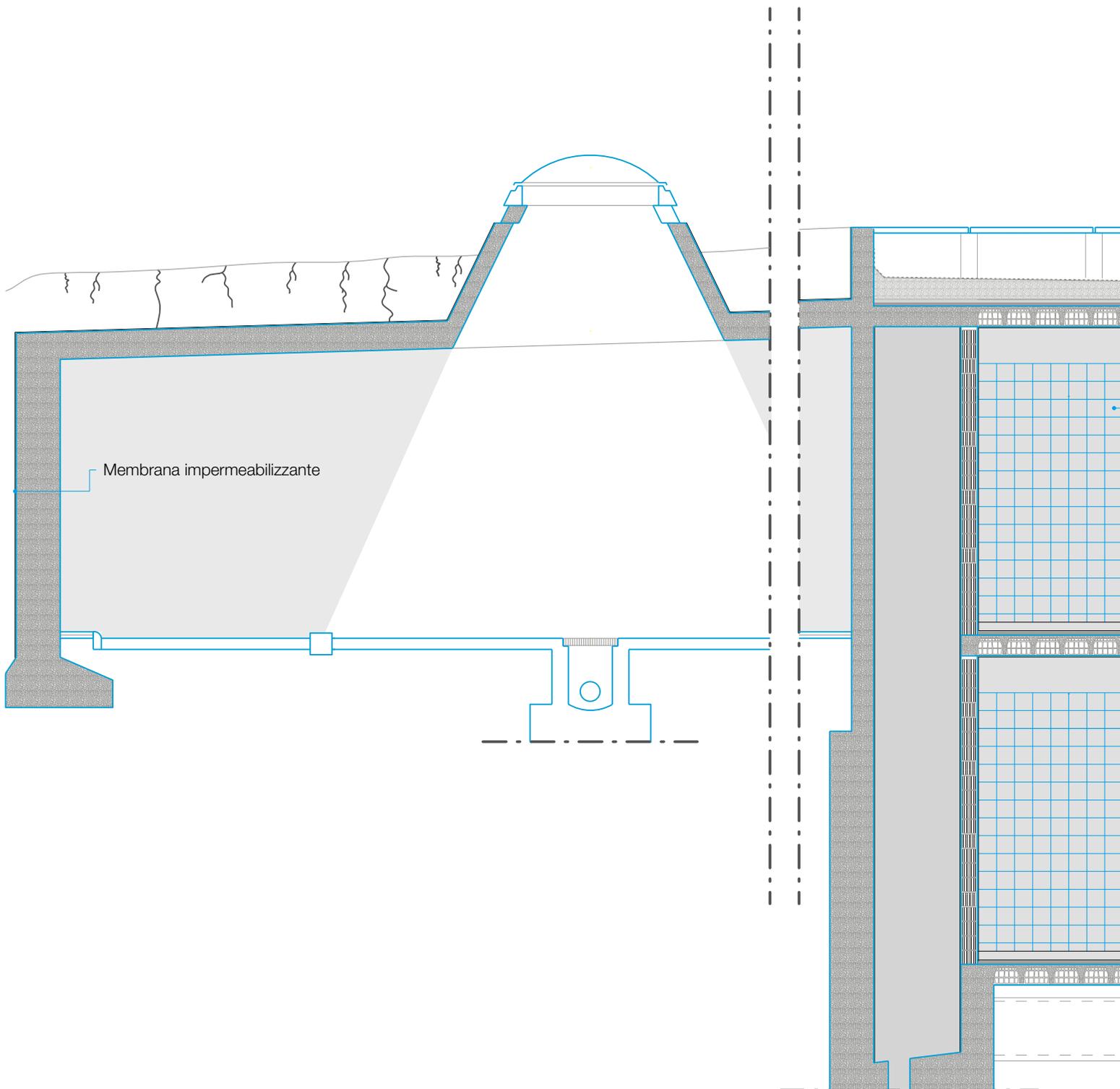
Pagina precedente:
prospetto quotato, fuori scala

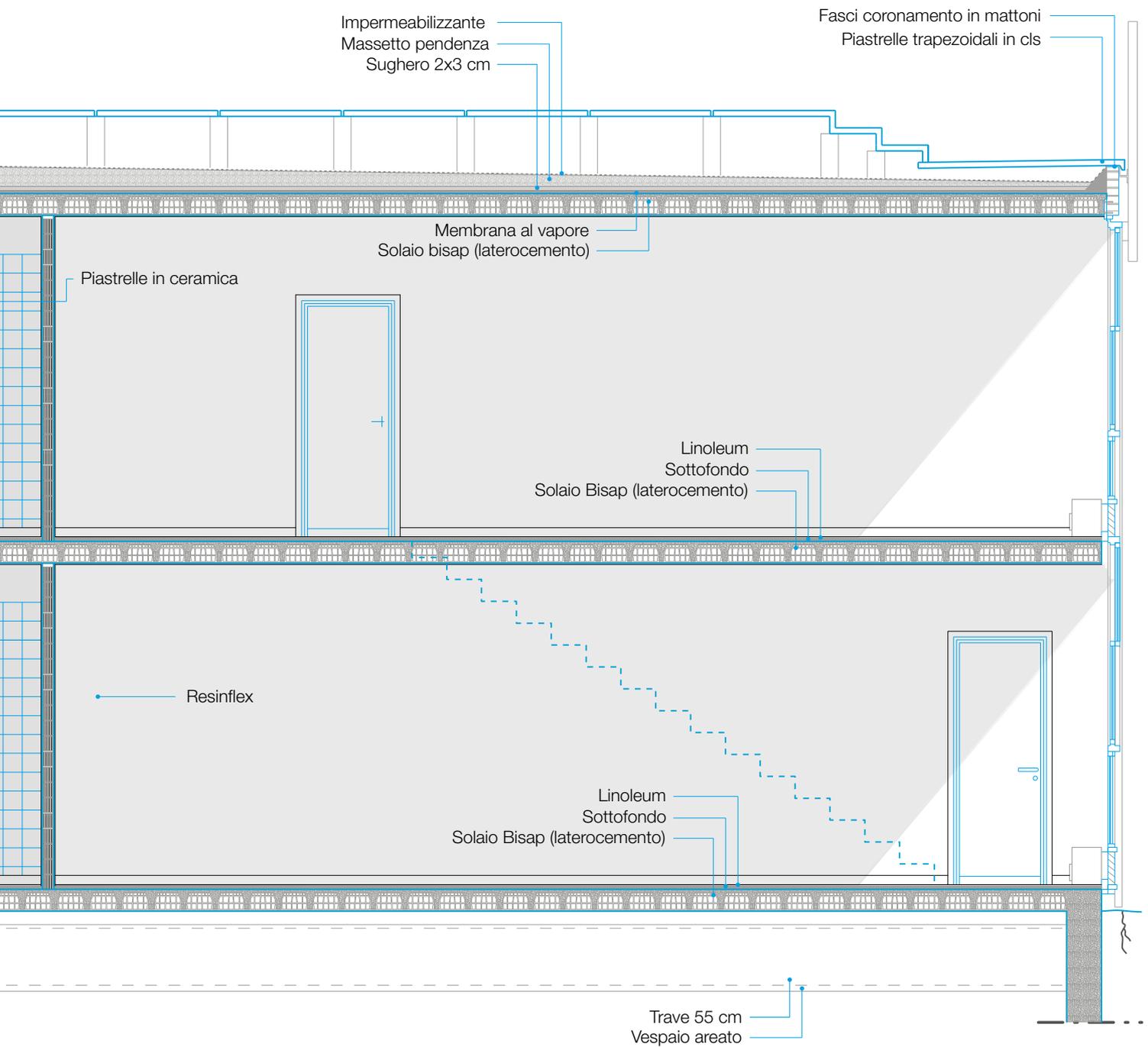
A sinistra: Pianta 1:50 del piano terra di un modulo simplex (sinistra) e di un duplex (destra)

A destra: Pianta 1:50 del piano primo di un modulo duplex

Pagine successive: Sezione 1:50 della manica, a sinistra parziale dell'autorimessa, a destra cellule abitative

LO STATO DI FATTO





LO STATO DI FATTO

Per quanto riguarda l'aspetto prestazionale dell'edificio, invece, attraverso la modellazione dello stato di fatto degli attuali componenti, tramite software EDILCLIMA (in particolare della sezione EC700 – Calcolo prestazioni energetiche degli edifici^[76]), è stato possibile simulare le proprietà termiche di essi, definendo il punto di partenza per gli interventi.

EDILCLIMA, infatti, è uno strumento professionale, che permette di calcolare le prestazioni energetiche degli edifici, seguendo la specifica tecnica UNI/TS 11300 e tenendo conto di tutto ciò che la sezione UNI/TS 11300-5 prevede: climatizzazione invernale ed estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione e trasporti di beni o persone^[77].

Il programma di calcolo innanzitutto richiede l'inserimento accurato di dati progettuali, quali: indirizzo e destinazione d'uso secondo le categorie del DPR 412/93, in questo caso E.1 (1) che indica le abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo; dati climatici, derivanti da quelli esaminati dalle stazioni di rilevazione, già inseriti nel sistema e che vengono richiamati in automatico da esso, divisi per dati mensili e orari, una volta che si inseriscono i dati geografici.

Il passo successivo consiste nella definizione dei componenti dell'involucro, inserendo i dati relativi la stratigrafia di ognuno di essi, scegliendo i materiali dal database del software, o da uno personale.

I componenti inseriti vengono divisi per categorie: muri; pavimenti; soffitti; componenti finestrati; vengono poi riassunti in una tabella che mostra la tipologia; la descrizione; lo spessore in mm; la trasmittanza termica di energia, espressa in W/m²K; la temperatura esterna invernale in °C; infine, la verifica termogrometrica, positiva o negativa.

Sfruttando il database del programma, si è proseguito con la composizione degli elementi dell'involucro secondo la descrizione di inizio capitolo, ottenendo dei valori di trasmittanza termica U (W/m²K) ben superiori a quelli di riferimento descritti nel DM 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di cal-

76: Edilclima s.r.l., "EC700 - Calcolo prestazioni energetiche degli edifici," EC700 - Calcolo prestazioni energetiche degli edifici. <https://www.edilclima.it/software-termotecnica/prog-termotecnica-energetica/scheda/700> (accessed Jun. 13, 2022).

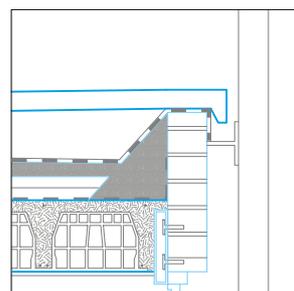
77: CTI - Comitato Termotecnico Italiano, "Specifiche tecniche UNI/TS 11300." Apr. 08, 2014).

colo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici, Appendice A, Allegato 1, Capitolo 3.

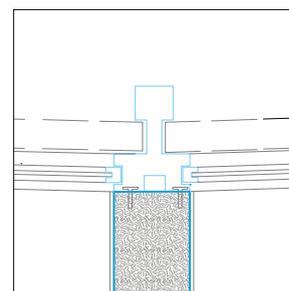
ZONA CLIMATIC	STRUTTURE VERTICALI OPACHE	COPERTURE	PAVIMENTI	SERRAMENTI
A	0,40	0,32	0,42	3,00
B	0,40	0,32	0,42	3,00
C	0,36	0,32	0,38	2,00
D	0,32	0,26	0,32	1,80
E	0,28	0,24	0,29	1,40
F	0,26	0,22	0,28	1,00

Gli elementi più problematici dal punto di vista prestazionale sono per lo più quelli di separazione con l'esterno, in quanto per gli altri si tratta di componenti in comune tra ambienti riscaldati.

In particolare, la trasmittanza della copertura è pari a 0,431 W/m²K, quasi il doppio di quella indicata come riferimento nel decreto ministeriale; invece, quella degli elementi trasparenti, quattro moduli diversi ripetuti per ogni cellula, si aggira attorno ai 5 W/m²K, valore decisamente lontano dal limite normativo di 1,4 W/m²K.[78]



$$U_{\text{copertura}} = \mathbf{0,431} \text{ W/m}^2\text{K}$$



$$U_{\text{serramento}} = \mathbf{5,957} \text{ W/m}^2\text{K}$$

Per concludere la panoramica sui dati relativi all'involucro, viene elaborato un rapporto sull'edificio, o le singole zone di esso, in cui si trovano sintetizzate le informazioni riguardo energia e potenza del periodo invernale e di quello estivo, ad indicare quindi il fabbisogno energetico dell'edificio.

Per quanto riguarda quello invernale, troviamo: un dettaglio sulla potenza dispersa per trasmissione e ventilazione, frutto della somma dei medesimi dati relativi ad ogni locale inserito

LO STATO DI FATTO

al momento dell'input grafico; in un'altra scheda è sintetizzato invece il fabbisogno di energia utile al riscaldamento, espresso dal bilancio tra le dispersioni termiche, e gli apporti gratuiti, secondo la norma UNI/TS 11300-1, comprendendo quindi le quantità di energia disperse per trasmissione, ventilazione ed extraflusso, e gli apporti gratuiti solari e interni.

Discorso prettamente simile, per il periodo estivo, i cui dati riguardano il fabbisogno di energia utile al raffrescamento, calcolato secondo le medesime modalità, elencate precedentemente.

Per entrambi i risultati sull'energia utile, estiva ed invernale, sono precisati i consumi specifici espressi in kWh/m².

Nel caso in esame, la situazione allo stato di fatto dell'edificio è la seguente:

- la potenza totale dispersa, in inverno, è pari a 423584 W;
- il bilancio energetico, per l'energia utile invernale, è di 569417 kWh, composto da 862072 kWh di dispersioni e 300456 kWh di apporti gratuiti al fronte di un consumo specifico di 129,79 kWh/m² per 183 giorni di stagione di riscaldamento;
- il bilancio energetico, per l'energia utile estiva, è di 139147, composto da 524323 kWh di dispersioni e 528443 kWh di apporti gratuiti (297999 kWh i simplex e 115806 kWh i duplex) al fronte di un consumo specifico di 31,72 kWh/m² per 254 giorni di stagione di raffrescamento.

DISPERSIONI

	V [m ³]	Φ _{tr} [W]	Φ _{ve} [W]	Φ _{hl} [W]
SIMPLEX	8988,8	266644	42100	308735
DUPLEX	3295,7	99413	15436	114848
TOTALE	12284,5	366057	57536	423583

Φ_{tr} = per trasmissione
Φ_{ve} = per ventilazione
Φ_{hl} = totali

Scendendo nel dettaglio dei singoli appartamenti, invece, prendendone in esame uno casuale situato al primo livello, nei simplex la potenza invernale dispersa totale è pari a 4822 W, con un fabbisogno di 7294 kWh, dovuto a 9588 kWh di dispersioni e 2301 kWh di apporti gratuiti, che corrispondono a un consumo specifico di 160,81 kWh/m².

Il fabbisogno estivo invece è di 906 kWh, di cui 3565 kWh di dispersioni e 3662 kWh di apporti gratuiti, con un consumo specifico di 19,97 kWh/m² necessari per il raffrescamento. Per un simplex al livello inferiore invece, la potenza dispersa in inverno è di 4218 e il fabbisogno invernale di 6149 kWh, la cui quota di dispersioni è pari a 8263 kWh e quella di apporti gratuiti di 2129 kWh con un consumo specifico per il riscaldamento di 135,64 kWh/m². D'estate invece i rispettivi valori sono di 712 kWh, 3246 – 3227 kWh, determinanti un consumo specifico di 15,71 kWh/m².

Nei duplex invece la potenza dispersa è uguale a 8775 kWh ed il fabbisogno invernale è pari a 12532 kWh, derivante dalla somma aritmetica di 17696 kWh di dispersioni e 5254 kWh di apporti gratuiti, con un consumo specifico di 138,58 kWh/m². In estate invece il fabbisogno è di 3046 kWh, da 9826-10340 kWh, ed un consumo di 33,69 kWh/m².

Considerate le caratteristiche geometriche e di esposizione dell'edificio, è bene ricordare che ognuna delle unità presenterà valori leggermente diversi, in quanto seguendo una distribuzione a raggiera l'incidenza dell'orientamento il conseguente guadagno termico, variano a seconda della posizione dell'unità presa in esame.

LO STATO DI FATTO

ENERGIA INVERNALE			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qh,tr [kWh]	Qh,r [kWh]	Qh,ve [kWh]	Qh,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qh,nd [kWh]
ottobre	17	10,3	42717	3914	4837	51468	18954	10671	29625	23070
novembre	30	5,6	114408	8183	12736	135328	19881	18831	38712	96700
dicembre	31	1,2	154948	10489	17182	182619	16304	19459	35763	146869
gennaio	31	1,4	152917	10162	16999	180078	23297	19459	42756	137370
febbraio	28	3	125498	10050	14033	149582	30561	17576	48137	101646
marzo	31	8,2	94531	14659	10784	119974	51463	19459	70922	52143
aprile	15	11,1	33700	5406	3917	43023	25125	9416	34541	11621
TOTALE			718719	62863	80488	862072	185585	114871	300456	569419

SIMPLEX 41			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qh,tr [kWh]	Qh,r [kWh]	Qh,ve [kWh]	Qh,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qh,nd [kWh]
ottobre	17	10,3	418	30	50	497	91	118	209	290
novembre	30	5,6	1100	62	132	1294	91	208	300	995
dicembre	31	1,2	1485	80	177	1742	71	215	287	1455
gennaio	31	1,4	1469	77	176	1722	100	215	315	1407
febbraio	28	3	1212	77	145	1434	139	195	333	1101
marzo	31	8,2	931	112	111	1154	236	215	451	706
aprile	15	11,1	338	41	40	419	159	104	263	168
TOTALE			6953	479	831	8262	887	1270	2158	6122

DUPLIX 41			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qh,tr [kWh]	Qh,r [kWh]	Qh,ve [kWh]	Qh,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qh,nd [kWh]
ottobre	17	10,3	881	79	100	1059	406	177	583	487
novembre	30	5,6	2356	164	263	2783	409	312	721	2062
dicembre	31	1,2	3190	211	355	3755	327	323	650	3106
gennaio	31	1,4	3149	204	351	3704	472	323	795	2909
febbraio	28	3	2585	202	290	3077	653	292	944	2133
marzo	31	8,2	1949	294	223	2466	1179	323	1502	1008
aprile	15	11,1	695	109	81	885	596	156	752	206
TOTALE			14805	1263	1663	17729	4042	1906	5947	11911

ENERGIA ESTIVA			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qc,tr [kWh]	Qc,r [kWh]	Qc,ve [kWh]	Qc,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qc,nd [kWh]
maggio	17	18	38792	6551	4019	49362	35134	10671	45805	3893
giugno	30	20,8	41852	11957	4599	58408	70747	18831	89579	31958
luglio	31	22,3	29047	11925	3382	44354	73628	19459	93087	48811
agosto	31	21,4	38452	10727	4204	53383	67381	19459	86840	34100
settembre	30	16,5	83785	7399	8402	99586	45811	18831	64643	1135
ottobre	1	14,1	3564	346	351	4261	1115	628	1743	3
TOTALE			235492	48905	24957	309354	293816	87879	381697	119900

SIMPLEX 41			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qc,tr [kWh]	Qc,r [kWh]	Qc,ve [kWh]	Qc,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qc,nd [kWh]
maggio	17	18	394	50	42	485	253	118	371	10
giugno	30	20,8	449	91	48	588	558	208	766	195
luglio	31	22,3	329	91	35	455	551	215	766	313
agosto	31	21,4	411	82	43	536	433	215	648	135
settembre	30	16,5	825	56	87	968	270	208	478	1
ottobre	1	14,1	34	3	4	41	5	7	12	0
TOTALE			2442	373	259	3073	2070	971	3041	654

DUPLEX 41			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qc,tr [kWh]	Qc,r [kWh]	Qc,ve [kWh]	Qc,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qc,nd [kWh]
maggio	17	18	802	132	83	1017	860	177	1037	117
giugno	30	20,8	868	240	95	1203	1742	312	2055	857
luglio	31	22,3	604	240	70	914	1822	323	2145	1231
agosto	31	21,4	797	216	87	1100	1652	323	1975	878
settembre	30	16,5	1731	149	173	2053	1034	312	1347	13
ottobre	1	14,1	74	7	7	88	24	10	34	0
TOTALE			4876	984	515	6375	7134	1457	8593	3096

Qh/Qc,tr:
energia dispersa per
trasmissione

Qh/Qc,r:
energia dispersa per
extraflusso

Qh/Qc,ve:
energia dispersa per
ventilazione

Qh/Qc,ht:
energia dispersa totale

Qsol, w:
apporti solari gratuiti

Qsol, int:
apporti interni gratuiti

Qgn:
apporti gratuiti totali

Qh/Qc nd:
energia utile totale

LO STATO DI FATTO

Prima di procedere è necessario sottolineare che tutte le informazioni elencate sopra, come quelle che seguiranno, riguardo allo stato di fatto dell'Unità residenziale rappresentano quanto più è stato possibile apprendere dai documenti disponibili.

Infatti, le informazioni riguardo al sistema costruttivo definitivo trovate, spesso erano in contrasto, con disegni che erano poco accurati, non aggiornati o non rappresentavano affatto lo stato attuale della costruzione.

Non sono state trovate, per esempio, descrizioni dettagliate riguardo alla facciata continua e alla sua composizione effettiva, in quanto il livello di dettaglio dei disegni reperiti non era pari a quello necessario per comprenderla al meglio.

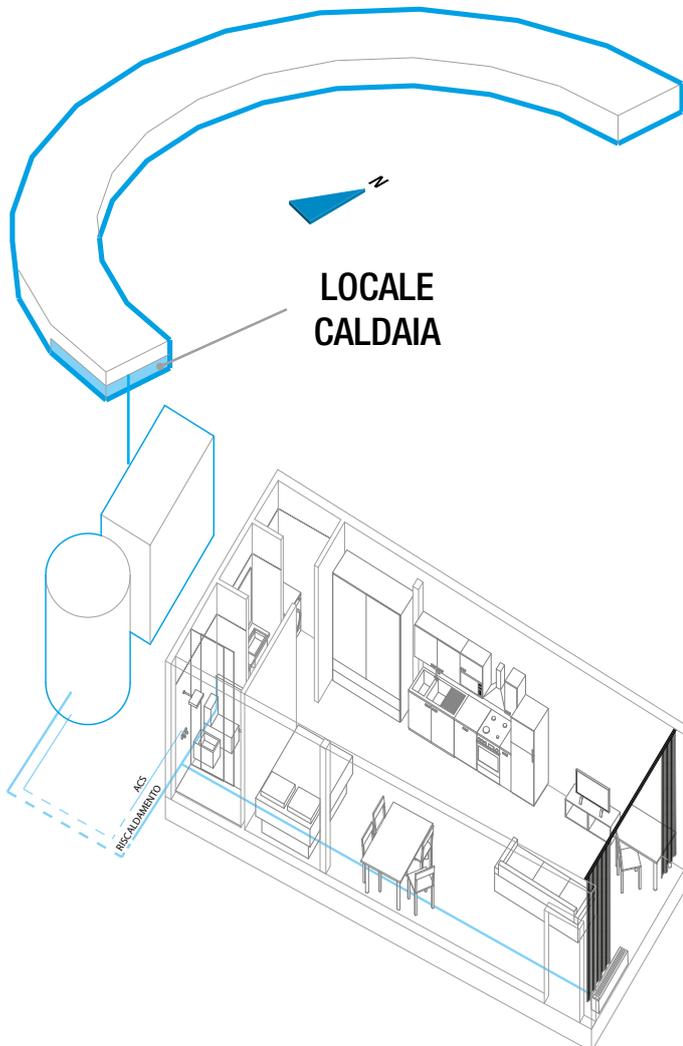
Inoltre, tra disegni originali e rilievi, sono state rilevate parecchie incongruenze su spessore dei setti portanti, spessore dei muri divisorii e finiture.

Nel caso invece dell'impianto di generazione e quello di climatizzazione degli ambienti, si conosce il sistema di generazione, ma non la distribuzione.

Questo ha portato maggiore difficoltà nella definizione delle strategie riguardanti il sistema edificio-impianto

3.2.2

IMPIANTISTICO



L'impianto è situato in un locale tecnico posto nella porzione verso la collina del livello inferiore.

Il locale è grande circa 110 metri quadrati, con un'altezza di 3,53 m.

All'interno della centrale termica si trovano un serbatoio da 15 m³ per gasolio con allacciamento a gas di rete (metano), che alimenta una coppia di caldaie da 600000 Kcal/h.

Per il riscaldamento, centralizzato, i terminali adottati sono due: la zona giorno è climatizzata tramite dei ventilconvettori, sia nei duplex che nei simplex; i bagni invece presentano un radiatore in uno solo dei tre vani.

EDILCLIMA, permette di calcolare i vari apporti disperdenti e di conseguenza stimare il fabbisogno energetico necessario al mantenimento dell'edificio.

Dopo aver provveduto ad associare i componenti dell'involucro, creati in precedenza, al disegno in pianta, si procede successivamente con la definizione dei

locali riscaldati e non, infine, è necessario inserire le informazioni riguardo il sistema impiantistico, specificando i circuiti, il tipo di impianto di generazione, per riscaldamento ed acqua calda sanitaria, e la tipologia dei terminali installati.

Il programma prevede, anche in questo caso, un database, in cui sono raggruppati diversi sistemi di generazione, con relativi dati tecnici derivanti dalle schede fornite dai produttori, selezionabili per comporre e riprodurre la tipologia di impianto del fabbricato e ottenere dati precisi.

Come nel caso dell'involucro, all'interno della sezione relativa agli impianti si trovano raccolte le informazioni sull'impianto di riscaldamento e su quello dell'acqua calda sanitaria.

LO STATO DI FATTO

In particolare è possibile apprendere:

- il fabbisogno termico in kWh/anno dell'impianto idronico;
- la quantità di energia primaria, in kWh/anno, necessaria per il riscaldamento;
- il fabbisogno termico in kWh/anno dell'impianto per l'acqua calda sanitaria;
- la quantità di energia primaria, in kWh/anno, necessaria per l'acqua calda sanitaria.

Nella sezione che mostra i risultati totali si trovano: una parte in cui sono elencati i fabbisogni di energia primaria (kWh), risultante dalla somma di quella per riscaldamento e acqua calda sanitaria, con associato indice di prestazione energetica (kWh/m²); un'altra parte, in cui vengono differenziati i consumi per vettore energetico e relativa quantità di CO₂ emessa, espressi rispettivamente in Nm³/anno e kg/anno.

Secondo quanto calcolato sulla base dei dati riguardanti l'impianto, inseriti all'interno del software, l'Unità residenziale ovest, allo stato attuale, risulta avere un fabbisogno globale di 1081941 kWh, divisi in 979136 kWh per la componente di riscaldamento e 102804 per quella di ACS, con un consumo totale di 103664 Nm³/anno di Metano e emissioni di CO₂ pari a 216388 kg/anno.

Tradotto in indice di prestazione energetica globale dell'edificio, con 246,62 kWh/m²anno, la sua classe energetica risulta essere la G, in linea con quanto indicato sugli annunci immobiliari trovati in rete.

RISCALDAMENTO		Fabbisogni Termici							Consumi ed energia primaria				
Mese	Giorni	QH,sys,out	Q'H,sys,out	QH,sys,out, interm	QH,sys,out, ont	QH,sys,out, corr	QH,gen,out	QH,gen,in	QH,p,nren	QH,p,tot	CoH,el	GG	CO2H
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[°Cg]	[kgCO2]
gennaio	31	137370	137076	137076	137076	137076	188829	213278	223942	223942	0	577	44788
febbraio	28	101646	101381	101381	101381	101381	148129	167157	175514	175514	0	476	35103
marzo	31	52143	51849	51849	51849	51849	91311	102659	107792	107792	0	366	21558
aprile	15	11621	11479	11479	11479	11479	24450	27389	28759	28759	0	133	5752
ottobre	17	23070	22909	22909	22909	22909	39929	44829	47071	47071	0	164	9414
novembre	30	96700	96416	96416	96416	96416	137637	155175	162934	162934	0	432	32587
dicembre	31	146869	146575	146575	146575	146575	196522	222024	233125	233125	0	583	46625
Totali	183	569417	567685	567685	567685	567685	826806	932511	979136	979136	0	2730	195827

ACS		Fabbisogni Termici					Consumi ed energia primaria			
Mese	Giorni	QW,sys,out	QW,sys,out, rec	QW,sys,out, cont	QW,gen,out	QW,gen,in	QW,p,nren	QW,p,tot	CoW,el	CO2W
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kgCO2]
gennaio	31	7336	7336	7336	7923	8318	8734	8734	0	1747
febbraio	28	6626	6626	6626	7156	7513	7888	7888	0	1578
marzo	31	7336	7336	7336	7923	8316	8732	8732	0	1746
aprile	30	7099	7099	7099	7667	8047	8450	8450	0	1690
maggio	31	7336	7336	7336	7923	8314	8730	8730	0	1746
giugno	30	7099	7099	7099	7667	8045	8447	8447	0	1689
luglio	31	7336	7336	7336	7923	8313	8729	8729	0	1746
agosto	31	7336	7336	7336	7923	8313	8729	8729	0	1746
settembre	30	7099	7099	7099	7667	8046	8448	8448	0	1690
ottobre	31	7336	7336	7336	7923	8316	8731	8731	0	1746
novembre	30	7099	7099	7099	7667	8049	8451	8451	0	1690
dicembre	31	7336	7336	7336	7923	8318	8734	8734	0	1747
Totali	365	86375	86375	86375	93285	97909	102804	102804	0	20561

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA			
Servizio	Qp,nren	Qp,ren	Qp,tot
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Riscaldamento	979136	0	979136
Acqua calda sanitaria	102804	0	102804
Globale	1081941		1081941

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA			
Servizio	EP,nren	EP,ren	EP,tot
	[kWh/m²]	[kWh/m²]	[kWh/m²]
Riscaldamento	223,18	0	223,18
Acqua calda sanitaria	23,43	0	23,43
Globale	246,62		246,62

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [kg/anno]	Servizi
Metano	46235 Nm³/anno		216388	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria
Energia elettrica	0 kWhel/anno		0	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria

Descrizione	Categoria DPR 412	Superficie netta	Vol. Lordo	Eppl, nren	U.M.	Classe energetica
Edificio: Unità Residenziale Ovest	E.1 (1)	4387,14	16584,36	246,62	kWh/m²anno	G

Simplex_41	E.1 (1)	45,32	154,98	259,37	kWh/m²anno	G
Duplex_12	E.1 (1)	90,58	340,76	246,43	kWh/m²anno	G



- ≤ 30,76 kWh/m²a **A4**
- ≤ 46,14 kWh/m²a **A3**
- ≤ 61,53 kWh/m²a **A2**
- ≤ 76,91 kWh/m²a **A1**
- ≤ 92,29 kWh/m²a **B**
- ≤ 115,36 kWh/m²a **C**
- ≤ 153,81 kWh/m²a **D**
- ≤ 199,96 kWh/m²a **E**
- ≤ 269,17 kWh/m²a **F**
- > 269,17 kWh/m²a **G**

IL PROGETTO

3.3

ARCHITETTONICO	144
IMPIANTISTICO	152
POSSIBILI SCENARI	162

ARCHITETTONICO

Dopo aver definito quali fossero gli aspetti più critici dal punto di vista energetico, e dopo avere analizzato gli elementi costruttivi e tecnologici che connotano l'Unità residenziale dal punto di vista del suo valore architettonico, il passo successivo è stata la ricerca di normative e linee guida cui l'intervento di riqualificazione energetica deve sottostare, in modo da individuare quali lavorazioni fosse possibile effettuare e entro quali limiti.

L'Unità Residenziale Ovest è un bene, di rilevante valore storico e architettonico, che fa parte del sito UNESCO "Ivrea, città industriale del XX secolo, e pertanto, gli interventi sull'edificio devono sottostare alla normativa rivolta alla tutela ⁷⁹, approvata una prima volta il 25 dicembre del 2013, redatta dal Comune di Ivrea, all'interno del quale sono censiti i beni tipologici costruttivi e decorativi della città, con catalogo dei beni culturali architettonici ⁷⁹.

Il documento, "*Normativa per gli interventi sugli edifici MAAM e loro pertinenze*", traccia le linee guida per la definizione delle tipologie di intervento, per i beni riportati dal catalogo, rispetto alla manutenzione ordinaria e straordinaria, ai restauri conservativi, alle ristrutturazioni, agli ampliamenti e ai completamenti edilizi.

Per regolare gli interventi per qualità e intensità, i beni del catalogo sono suddivisi in quattro categorie:

- A. Edifici di rilevanza architettonica e monumentale;
- B. Edifici con valore formale e storico-documentario;
- C. Edifici di valore testimoniale
- D. Edifici minori

La prima categoria riguarda gli edifici con elevata qualità formale, progettati da architetti italiani notoriamente famosi e il cui contributo nella storia dell'architettura del '900, nazionale ed internazionale, risulta particolarmente rilevante. Sugli edifici in questo ambito, sono possibili solamente interventi volti alla tutela e la salvaguardia dei caratteri originali, come l'immagine, la composizione e la distribuzione. Gli edifici produttivi di pregio possono essere oggetto di interventi che mirano alla tutela dei

79: Comune di Ivrea, "Normativa per gli interventi sugli edifici MAAM e loro pertinenze," Regolamento Edilizio. Comune di Ivrea, Ivrea, Mar. 25, 2013.

loro aspetti materiali, compositivi e tecnologici.

Per questa categoria, la Soprintendenza Archeologia belle arti e paesaggio della Città

Metropolitana di Torino, ha sottoposto alcuni edifici a tutela monumentale. Tra questi edifici, manca ogni riferimento relativamente agli edifici antichi e moderni/contemporanei. Forse questo vale per tutte le categorie, comprese quelle che seguono.

Della categoria B, fanno parte gli edifici minori su progetto di architetti importanti e quelli che rispecchiano la ricerca professionale e costruttiva portata avanti dalla Società Olivetti.

Su di essi son consentite azioni di recupero della loro originale identità compositiva, formale e cromatica, che impediscano il mutare del loro rapporto col contesto con attenzione verso le esigenze di utenti e proprietari.

Appartenenti alla categoria C, gli edifici dell'Ufficio Case per Dipendenti Olivetti, su cui sono ammessi interventi che mantengano gli aspetti originali, ogni modifica degli elementi deve rispecchiare il disegno originale.

L'ultima categoria è quella che riguarda le abitazioni unifamiliari, che rappresentano l'impegno della Società Olivetti verso i propri dipendenti.

Identificata con il codice R0044376 all'interno dell'elenco degli edifici, l'Unità Residenziale Ovest appartiene alla categoria A. Per ogni categoria sono descritti i tipi di intervento, e in particolare per questa di norma è consentito solo il restauro conservativo degli elementi strutturali, di finitura, o decorativi, che definiscono il carattere estetico dell'edificio. Tuttavia, a condizione che si rispettino il disegno originale, le forme, le dimensioni e i colori, è possibile la sostituzione di questi elementi anche con materiali diversi.

È permesso modificare elementi costruttivi e di dettaglio non essenziali in presenza di malfunzionamento, causato da errori o dimenticanze durante la fase originaria di progettazione o

IL PROGETTO

posa, oppure nel caso che i materiali originali non rispettino più le condizioni di esercizio, o le norme attuali.

Gli interventi sulle facciate, in caso ne fosse provata l'effettiva necessità, sono ammessi per adattamenti alle norme di sicurezza, riduzione del fabbisogno energetico e del relativo inquinamento, abbattimento delle barriere architettoniche.

Le modifiche dovranno pertanto essere ridotte al minimo per i fronti principali; per gli elementi trasparenti si deve prediligere il restauro delle strutture esistenti; a patto che l'Ufficio Tecnico Comunale lo ammetta, è possibile la replica o la sostituzione degli elementi; i vetri possono essere solo trasparenti, a meno che il progetto originale non prevedesse altre tipologie; gli aspetti decorativi e i connotati architettonici andranno rispettati pure in caso di cambio di destinazione d'uso.

Per quanto riguarda gli incrementi volumetrici, sono possibili solo al piano terreno e sui fronti secondari, rispettando il carattere dei volumi originali.

Non è possibile applicare insegne e pubblicità sulle facciate, ne è ammessa una singola compresa nella cornice della copertura e che sia in linea con la composizione delle facciate; per il settore terziario possono essere applicate esclusivamente all'interno delle vetrine del piano terra.

Per quanto riguarda il verde progettato, viene identificato come tale lo spazio che contribuisce alla comprensione e la percezione degli edifici.

Per permetterne la salvaguardia sono ammesse tutte le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria nell'ottica di conservare la composizione vegetale e dell'arredo urbano esistenti.

Gli alberi che necessitano di essere abbattuti dovranno essere ripiantati, rispettando specie e posizione, a meno che non sia provata un'impossibilità di accrescimento, per cui sarebbe possibile disporli diversamente.

In caso di ripiantumazione vanno rispettati il progetto originale o il regolamento comunale del verde, quest'ultimo va rispettato pure in caso di potatura, abbattimento.

Per gli elementi di arredo urbano e per i percorsi pedonali originali, vale la regola di mantenimento, con la possibilità di sostituire i primi con altri di caratteristiche diversi, solo nel caso non fossero previsti nel progetto originale, mentre per i percorsi vanno rispettati andamento, sviluppo e larghezza originali.

Gli edifici di categoria A sono regolati, oltre che dai punti soprallencati, dalle prescrizioni riguardanti la categoria B, da intendere come disposizioni di minima.

In particolare, tali indicazioni vanno a identificare ulteriori tipologie di intervento e a declinare ulteriormente quelle già descritte. Un intervento non regolato nella precedente sezione riguarda ad esempio le coperture e i tetti.

Per questi, non è consentita la modifica dell'assetto delle falde, la loro pendenza e gli sporti, rispetto al disegno originale, tantomeno l'impiego di guaine impermeabili o tegole, a meno che non fossero previste nei progetti originali. Dove presenti, le lastre in Eternit, possono essere sostituite con elementi, di forma, dimensione e colore analoghi, in fibrocemento. L'uso di pannelli semplici o coibentati in lamiera liscia o grecata è possibile solo laddove il tetto sia schermato da altri elementi e/o non costituisca un importante elemento compositivo.

Gli interventi sulle coperture piane che non siano la semplice sostituzione della guaina esistente devono essere approvati dall'UTC e non intaccare i caratteri originali dell'edificio.

Negli interventi atti a migliorare il comportamento energetico delle chiusure, il materiale coibentante per il solaio dell'ultimo piano dovrà essere posato sull'intradosso. Nei tetti per cui non ci sia altra soluzione, o che presentano elementi schermanti, è ammesso l'isolamento delle falde a patto che la copertura subisca una variazione di massimo 20 centimetri lungo l'asse longitudinale, rimanga schermata e non modifichi il disegno della facciata originale.

È possibile installare pannelli solari termici e/o o fotovoltaici solamente se non in vista.

Altro approfondimento di questa sezione, di particolare interesse per l'Unità residenziale Ovest, riguarda gli infissi ester-

IL PROGETTO

ni, i quali possono essere sostituiti anche con materiali diversi dall'originale alla condizione che non venga modificato il loro ruolo originale a livello di composizione della facciata, né il rapporto tra la superficie complessiva delle forature e la parte vetrata, vale a dire che non è possibile cambiare le ripartizioni dei serramenti e la modifica dello spessore dei telai è tollerata fino ad un massimo del 20%. La sostituzione deve comprendere tutta la facciata.

Come anticipato precedentemente, gli elementi costruttivi più disperdenti sono quelli di separazione con l'ambiente esterno, pertanto, una volta appreso quali tra questi fossero maggiormente vincolati dalla normativa di tutela, sono stati individuati gli interventi più efficaci.

Il 27,5% delle dispersioni dei componenti opachi è risultato derivare dalle superfici opache.

Nel dettaglio, su 100743 W dispersi da 6373 m², che comprendono muri di separazione, sia con ambienti interni che esterni, il 7,5% è attribuibile al solaio del piano terra, l'8,4% alla copertura e l'11,3% al muro che separa le abitazioni dall'intercapedine posta tra esse e l'autorimessa.

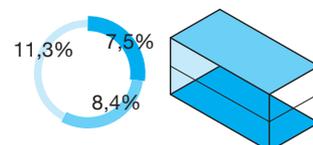
L'intervento che soddisfa maggiormente i vincoli di conservazioni è quello sulla copertura, risultando il meno invasivo.

Infatti, intervenendo sull'estradosso del solaio di copertura, "nascosto" nell'intercapedine tra il massetto delle pendenze e le piastrelle di finitura, si evita che l'intervento alteri i connotati dell'edificio, rispettando così il vincolo imposto dalla normativa, tutelando l'immagine della terrazza.

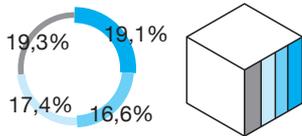
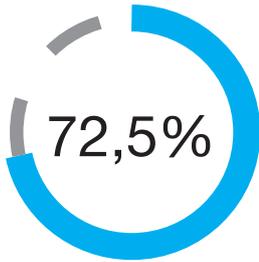
La componente più problematica, sia dal punto di vista energetico che di conservazione, è la facciata continua, che rappresenta infatti l'elemento più caratterizzante dell'opera dal punto di vista architettonico, ma al tempo stesso è responsabile di più del 70% percento delle dispersioni di energia, con 265311 W dispersi da una superficie di circa 1400 m².

Nel dettaglio i due moduli centrali, che ospitano i serramenti

6373 m²
DISPERDENTI
100743 W



1398 m²
DISPERDENTI
265311 W



apribili delle unità abitative, sono responsabili del 16,6% e del 17,4% delle dispersioni, mentre i due esterni del 19,1% e del 19,3%.

Di conseguenza, ai fini energetici, rappresenta l'oggetto principale dell'intervento in quanto, trattandosi di un elemento composto da un modulo ripetuto per tutta la lunghezza della facciata, individuata una soluzione che riproduca tale modulo, ma con capacità termoigrometriche migliori, è possibile allo stesso tempo di migliorare nettamente le prestazioni energetiche dell'edificio e di intervenire senza stravolgerne troppo i caratteri.

Per definire quindi il risparmio energetico relativo alle migliorie apportate, si è deciso di applicare criteri e parametri inerenti all'agevolazione fiscale col nome di Superbonus 110%, disciplinata dall'articolo 119 del decreto Rilancio (D.L n. 34/2020), *“che consiste in una detrazione del 110% delle spese sostenute a partire dal 1 luglio 2020 per la realizzazione di specifici interventi finalizzati all'efficienza energetica e al consolidamento statico o alla riduzione del rischio sismico degli edifici. Tra gli interventi agevolati rientra anche l'installazione di impianti fotovoltaici e delle infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici negli edifici”*^[80].

Per accedervi è necessario innanzitutto che la riqualifica energetica porti ad un aumento di almeno due classi energetiche, inoltre, i valori limite di trasmittanza, indicati nel Decreto Requisiti Minimi e visti nel capitolo precedente, sono stati rivisti per meglio definire gli interventi migliorativi all'interno del Superbonus.

Con il Decreto Efficienza Energetica, all'articolo 5 dell'allegato E “Spese per le quali spetta la detrazione”, i limiti delle trasmittanze per ogni tipologia di struttura vengono ulteriormente ridotti.

Le soluzioni adottate per ottenere un miglior comportamento passivo legato all'involucro dell'edificio prevedono:

80: Agenzia delle entrate, “Superbonus 110%,” Aree Tematiche. <https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/superbonus-110%25> (accessed Jun. 15, 2022).

IL PROGETTO

ZONA CLIMATICA	STRUTTURE VERTICALI OPACHE		COPERTURE		PAVIMENTI		SERRAMENTI	
	REQUISITI MINIMI	DEE	REQUISITI MINIMI	DEE	REQUISITI MINIMI	DEE	REQUISITI MINIMI	DEE
A	0,40	0,38	0,32	0,27	0,42	0,4	3,00	2,60
B	0,40	0,38	0,32	0,27	0,42	0,4	3,00	2,60
C	0,36	0,30	0,32	0,27	0,38	0,3	2,00	1,75
D	0,32	0,26	0,26	0,22	0,32	0,28	1,80	1,67
E	0,28	0,23	0,24	0,20	0,29	0,25	1,40	1,30
F	0,26	0,22	0,22	0,19	0,28	0,23	1,00	1,00

l'inserimento di uno strato isolante di 10 centimetri in poliuretano espanso con una conduttività di 0,024 W/mK e una massa volumica di 30 kg/m³, per raggiungere la trasmittanza di 0,2 W/m²K, valore limite per la copertura.

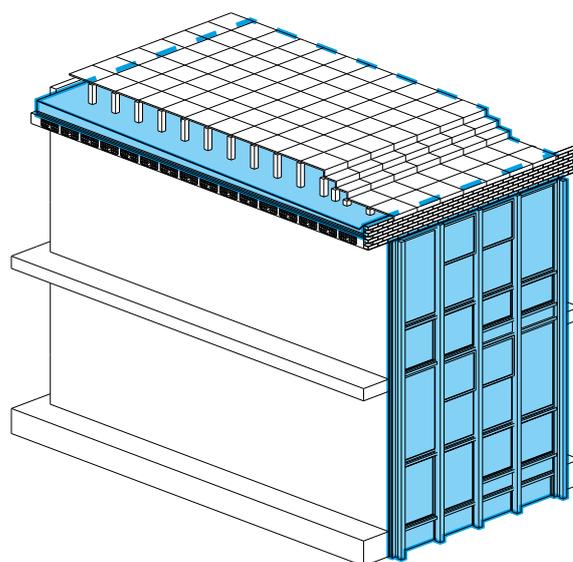
Nella scelta dell'isolante, si è tenuto conto che dovesse avere caratteristiche tali da sopportare il carico derivante dal pavimento galleggiante.

sostituzione di montanti e i traversi metallici a taglio freddo della facciata continua con altri a taglio termico, avente trasmittanza pari a 1,0 W/m²K e trasmittanza lineica di 0,05 W/mK.

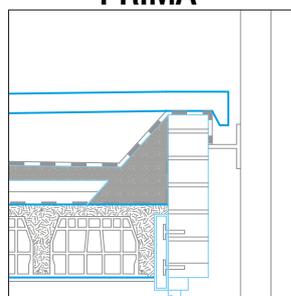
I serramenti, anche essi in metallo a taglio termico, montano tripli vetri 4-9-4-9-4 con intercapedine in argon (R=0,44 m²K/W) e distanziale in alluminio con k=0,05 W/mk.

Data la differenza dei moduli nella loro composizione (due fissi agli estremi del modulo, uno dei quali con sottofinestra opaco, due con infisso, di cui uno con sottofinestra opaco), le trasmittanze delle finestre differiscono leggermente tra loro, ma tutte si trovano sotto il valore limite di 1,3 W/m²K.

L'individuazione di strategie passive che



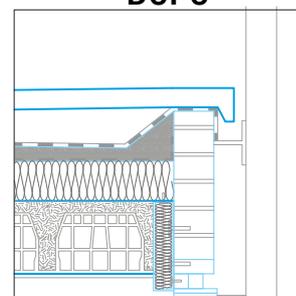
PRIMA



$$U_{\text{copertura}} =$$

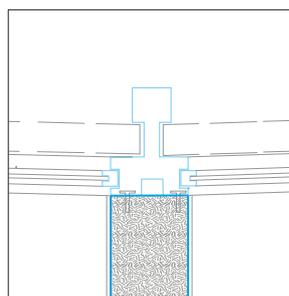
0,431 W/m²K

DOPO



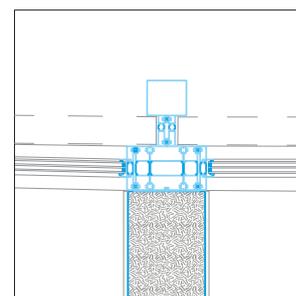
$$U_{\text{copertura}} =$$

0,198 W/m²K



$$U_{\text{serramento}} =$$

5,957 W/m²K



$$U_{\text{serramento}} =$$

1,224 W/m²K

sottostessero alla normativa di tutela vigente ha rappresentato una grande sfida.

Anche se le informazioni in possesso riguardo lo stato di fatto non permettevano di comprenderne a pieno la composizione originale, per mancanza di indicazioni sull'aspetto costruttivo definitivo degli elementi

Confrontarsi con un'architettura così semplice, ma al tempo stesso carica di significato e eredità culturale, apre senz'altro all'idea che questo, come altri edifici dell'epoca moderna e contemporanea, abbiano bisogno di essere tutelati e conservati.

Molti di essi, tra cui l'Unità residenziale Ovest e gli altri edifici appartenenti alla città industriale di Ivrea, non solo presentano gravi danni a livello materiale, dovuti al tempo e alla scarsa o mancata manutenzione, ma il più delle volte risultano abbandonati, semivuoti, privati di quel carattere che rappresentava un movimento fondato su valori che si sono persi col tempo.

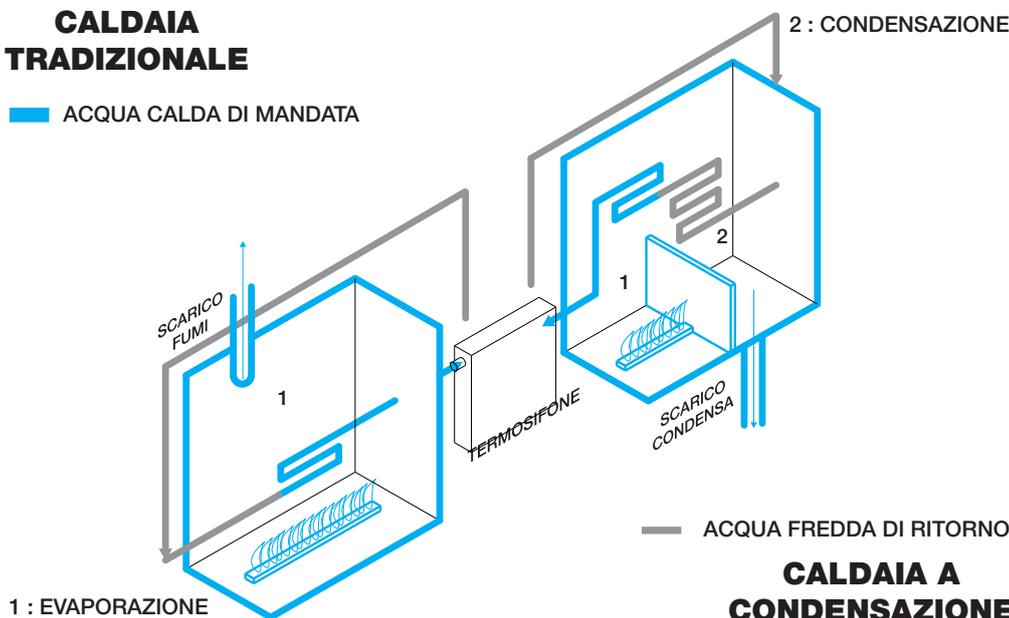
IMPIANTISTICO

Per quanto riguarda le strategie attive di efficientamento, quelle legate al sistema impiantistico, per migliorare il comportamento dell'edificio si è ipotizzato di sostituire la caldaia tradizionale esistente, con una a condensazione.

Ciò che differenzia maggiormente una caldaia a condensazione da una tradizionale è la sua capacità di recuperare il calore derivante dai fumi di scarico, trasformandolo in energia utile. Questo permette che diminuiscano, allo stesso tempo, la quantità di combustibile usato, quindi i consumi energetici, e le emissioni, portando il rendimento della caldaia dal 75/85% di quella tradizionale, fino al 95/110%. Per rendimento si intende il rapporto tra il calore necessario alla combustione e quello che viene inviato al fluido, acqua o aria, usato per climatizzare gli ambienti.

CALDAIA TRADIZIONALE

■ ACQUA CALDA DI MANDATA



Per quanto riguarda invece l'obiettivo principale del progetto, ovvero l'integrazione degli impianti, si è scelto di optare per la realizzazione di un sistema cablato che fosse però aperto, vale a dire in grado di comunicare con sistemi di terze parti tramite protocolli differenti.

Questa decisione è dettata da diversi fattori.

Innanzitutto, il fatto di dover intervenire in uno spazio già configurato, con limitazioni dettate sia dalla morfologia che dalla natura del caso studio, dovendo fronteggiare diversi vincoli imposti dalle Linee Guida citate nel capitolo 3.3.1.

Inoltre, un sistema cablato permette più stabilità in termini di connettività, rispetto a un sistema solamente wireless, in quanto con la connessione internet, nel caso di dispositivi Wi-Fi, si rischierebbe di perdere il segnale quando la linea si interrompe; con quella bluetooth, o infrarossi, le interferenze possono influenzare negativamente il funzionamento corrompendolo; senza contare poi il rischio di inquinamento elettromagnetico a cui sono legati questi strumenti.

La soluzione migliore, come detto precedentemente, per avere un sistema che funzioni efficacemente, prevederebbe l'installazione di un impianto centralizzato di base, a cui sia possibile integrare altri dispositivi, anche wireless, in un secondo momento.

Infatti, il principale vantaggio di questi sistemi è la possibilità di essere amplificato e modificato facilmente e velocemente, altrettanto semplice è l'inserimento di un gateway, che a seconda delle necessità permette alla centralina di comunicare con dispositivi basati su protocolli differenti.

Uno degli aspetti che può essere considerato un limite, è appunto la necessità di dover posare un cavo bus, modificando leggermente la composizione del quadro elettrico. Quest'ultimo passaggio può essere minimizzato tramite l'adozione di attuatori ad incasso invece di quelli da guida DIN, ma questo comporterebbe comunque la riduzione dello spazio all'interno delle scatole porta-frutti installate.

Per chiarezza, per sintetizzare gli svantaggi di un impianto simile, occorre specificare che sarebbe in qualunque modo, cablato o wireless, necessario sacrificare dello spazio, in quanto al momento della progettazione non fu prevista la gestione automatica dell'edificio e il medesimo è un intervento di ristrutturazione. Questo problema è totalmente sormontabile in caso di nuova costruzione, la cui integrazione viene predisposta sin dal

IL PROGETTO

primo momento.

Per comodità e per donare un quadro che somigliasse, per quanto più possibile, a uno scenario reale, si è deciso di scegliere un impianto ideato da un'azienda produttrice. Questo vincola l'utilizzo di componenti con protocollo Wi-Fi che sfruttino un server di terzi, e non privato.

Tuttavia, il progresso tecnologico e il conseguente cambio della domanda sul mercato, permettono al giorno d'oggi a chiunque, tramite opportuna formazione nel campo, di progettare, assemblare e mettere in un funzione, il proprio impianto automatico, partendo dalla fase di programmazione informatica dell'intelligenza, che si occuperà di gestire il sistema, passando per quella dei dispositivi e delle loro funzioni, fino alla vera e propria definizione del proprio sistema informatico, dotato del livello di sicurezza e privacy desiderati.

Tramite una ricerca online, per fiere di edilizia e riviste, si è scelto di adoperare componenti dell'azienda Bticino, azienda italiana che si occupa di materiale elettrico, interruttori, placche, citofoni, videocitofoni e appunto, domotica.

Di recente, modernizzando una linea ideata a fine anni novanta, ha immesso sul mercato un sistema integrato di automazione domestica modulare chiamato **MyHome_Up**.

Come si legge nella loro Guida all'installazione e Catalogo⁸¹, il sistema non prevede più il concetto di configurazione, questo vuol dire che l'installazione seguirà un processo più semplice per la messa in funzione.

Oltre alla connessione tramite cavo BUS, per installare le funzioni più evolute, MyHome_Up è integrabile con sistemi e dispositivi di altri produttori, questo in termini di gestione si traduce nella possibilità di controllare l'impianto attraverso: indubbiamente, comandi manuali che si installano a incasso e comandi touch screen; inoltre, è possibile gestire i dispositivi attraverso la sua applicazione per smartphone e tablet dedicata; infine, grazie al suo sistema aperto, supporta il controllo

81: Bticino S.p.a., "Guida all'installazione e Catalogo," My Home_Up L'evoluzione della domotica. Accessed: Jun. 06, 2022. [Online]. Available: www.bticino.it

vocale, sfruttando la compatibilità con assistenti vocali come Alexa di Amazon e Google Home.

L'impianto è in grado di gestire 175 canali, divisi tra i singoli relè, o le uscite degli attuatori incaricati della gestione dei carichi e, grazie a particolari interfacce di contatti, permettono di intervenire anche sui dispositivi esistenti, come pulsanti ed interruttori, semplificando la transizione al sistema automatico. Lo stesso relè, in grado di controllare il sistema di illuminazione, è predisposto per poter regolare, al suo posto, anche le automazioni riguardanti tende, tapparelle, o qualunque sistema oscurante che sia stato dotato preventivamente di motore.

Dopo aver individuato quale tipo di automazioni e dispositivi si intendeva controllare, il passo successivo è stato lo studio della composizione dell'impianto, definendo dunque quantità e qualità dei dispositivi necessari alla realizzazione.

Tutto il sistema viene collegato a un alimentatore centrale, la cui intensità di corrente in mA necessaria, è stata definita calcolando la quantità di dispositivi da alimentare.

Gli alimentatori sono disponibili in diverse "taglie", per esempio da 320 mA, adatti per impianti con 32 dispositivi, da 640 mA, per impianti con 64 dispositivi. Si evince dunque, che ogni dispositivo ha un assorbimento pari a 10 mA.

Questo dato è molto importante tenerlo a mente durante la progettazione, sia perché in vista di un'eventuale espansione futura bisognerà accertarsi che quello installato sia sufficiente a soddisfare il fabbisogno dell'impianto, sia perché alle dimensioni della potenza elettrica installata ne corrisponde una fisica degli apparecchi non indifferente.

Nonostante il sistema scelto lo permettesse, si è scelto comunque di non mantenere i terminali esistenti, in quanto la produzione si occupa di una linea che permette, grazie a un particolare strumento, di limitare la quantità di cavo BUS, sfruttando dispositivi elettrificati in grado di alimentare quelli con cui vengono a contatto.

IL PROGETTO

Questo prodotto fa parte della serie Living Now della Btcino, che presenta dispositivi particolarmente vantaggiosi e funzionali.

Il cavo BUS utilizzato è frutto della stessa azienda, chiamato BUS SCS, dove SCS sta per Sistema Cablaggio Semplificato^[82], e viene collegato quindi ad un solo frutto, posto direttamente all'interno della scatola 503 grazie ad appositi supporti, il quale tramite dei connettori laterali, trasmette i dati ai moduli affiancati, poi con altri connettori frontali, sul dispositivo connesso come su quelli al suo fianco, trasmette ad un telaio elettrificato, su cui si installano i comandi relativi le differenti funzioni.

Inoltre, si tratta di un sistema assolutamente versatile, che permette la modifica semplice ed immediata di ogni funzione e dispositivo di comando associato, con la possibilità di spostare e riorganizzare questi ultimi.

Queste sue caratteristiche, permettono di controllare il motore di una tenda o due luci, con ogni modulo ad incasso, tramite il collegamento di un solo attuatore, riducendo così lo spazio occupato sulle guide DIN del quadro elettrico principale.

Il criterio seguito per progettazione di questo impianto, è stato infatti quello di installare attuatori in modularità DIN solo quelli atti alla gestione dei carichi e quelli per gli impianti di climatizzazione.

Si sono individuati un numero di prese di corrente, sulla base di quelle esistenti e delle funzioni ritenute indispensabili o comunque più comuni, le quali sono state collegate, a gruppi di tre, a dei misuratori di energia, dotati di toroide di misura, a loro volta collegati a una centrale di controllo carichi, in grado di raccogliere dati riguardo consumo istantaneo e storico. A completare il sistema di gestione dell'energia, delle interfacce contaimpulsivi saranno poi collegate ai contatori (acqua, gas, etc..) dotati di uscita ad impulsi, per rilevarne i dati in modo da analizzare i consumi.

Grazie a questi dispositivi di controllo e gestione, si evitano

82: Btcino S.p.a., "Guida all'installazione e Catalogo," My Home_Up L'evoluzione della domotica. Accessed: Jun. 06, 2022. [Online]. Available: www.btcino.it

innanzitutto stacchi dovuti a sovraccarichi di corrente, ma, più importante, si possono evitare sprechi di energia per alimentare elettrodomestici o altri dispositivi che non si utilizzano.

La gestione del sistema di climatizzazione, invece avviene tramite l'utilizzo di relè a otto canali in grado di gestire il fan coil e una valvola termostatica, entrambi collegati a delle sonde per il controllo della temperatura.

Infine, per poter gestire i dispositivi di altri produttori, è necessario installare una Gateway che funga, che dopo esser connesso alla rete internet da la possibilità di accedere a un server, il quale oltretutto da accesso all'applicazione per telefoni e tablet e permette di gestire anche i dispositivi wireless della linea Myhome.

Questo porta il conto dei moduli DIN occupati, di base, a 14: due per ogni l'alimentatore, sei per il server, uno per la centrale di controllo dei carichi, uno per ogni dispositivo di misurazione dell'energia, quattro per l'attuatore dell'impianto di riscaldamento. Naturalmente, in base alle dimensioni dell'impianto e alle necessità, questo numero può aumentare o diminuire.

Questo impianto è pensato per rappresentare un punto di partenza, con l'insieme di funzioni ritenute essenziali, o comunque più diffuse, al quale possono esserne aggiunte altre in seguito, dilazionando i costi e gli interventi in più momenti.

Le automazioni sono state pensate, a livello di progettazione dell'impianto, modularmente, sfruttando e valorizzando a pieno la distribuzione ripetitiva dell'edificio.

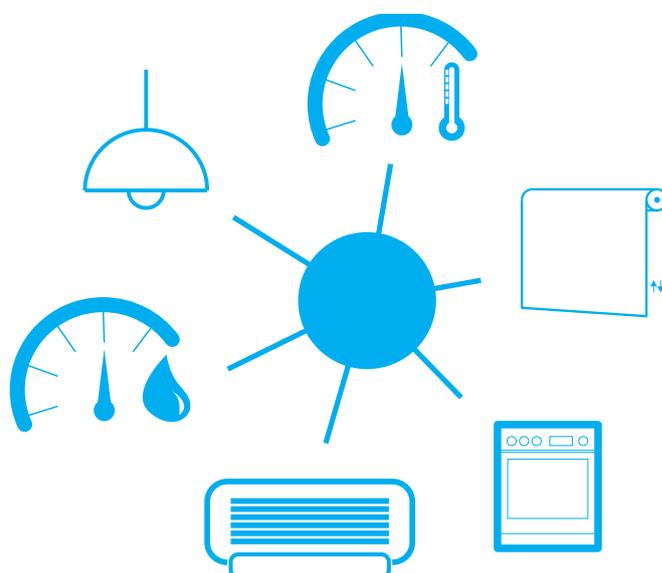
Il modello adottato comprende un macro-livello, composto dai due piani, della zona residenziale della struttura, compresi tra due setti strutturali; un micro-livello, che prende in considerazione solo uno dei piani.

In termini pratici, quindi, questo significa che la stessa configurazione viene ripetuta esattamente nello stesso modo anche per entrambi i piani del duplex.

IL PROGETTO

Riassumendo, quindi, ad ogni piano, le funzioni principali installate comprenderanno:

- Gestione automatica, da remoto e manuale, dell'impianto elettrico, sia per la componente di illuminazione, dotata di controllo della luminosità, sia per quella inerente ai carichi, con visualizzazione del consumo elettrico totale;
- Monitoraggio dei consumi energetici totali di acqua (da contatore di volume);
- Monitorare i consumi del riscaldamento (da contatore di calore)



Tale configurazione, permette quindi di avere un pacchetto di funzioni basilari, che costituiscono un livello di automazione medio, lasciando comunque aperta la possibilità di aggiungerne altre in futuro, a seconda delle esigenze e delle volontà di ogni singolo utente, utilizzando dei dispositivi basati su protocolli che non richiedono l'utilizzo di ulteriori cavi, rendendo la l'espansione o modifica del proprio impianto ancora più semplice e personale.

Per quanto riguarda la nuova configurazione dell'impianto elettrico, all'ingresso, apportando modifiche al quadro elettrico generale, si installerà la centralina generale con tutti i componenti dotati di attacco per guida DIN.

Il primo dispositivo che si incontra entrando nell'appartamento sarà il display da circa 10" il cui quadro permetterà di monitorare e gestire l'intero sistema.

Alla stessa altezza verranno installati, in una scatola 503, un modulo di connessione per due attuatori, che permetteranno nello specifico di controllare la luce del soggiorno e la tenda, comandati da 3 Comandi Full, che permettono in base alla configurazione di controllare le luci, sia l'accensione e lo spegnimento che la potenza di illuminazione (quindi con funzione

dimmer), controllare la tenda, o controllare scenari.

Sullo stesso muro, spostandosi verso il separé della camera da letto, in un'altra scatola, sarà posizionato il termostato, dotato di sonda termica, collegamento con sensore per rilevazione di finestre aperte, comando per regolazione della temperatura e sensore di luminosità.

Direttamente sotto di esso, a 30 centimetri dal pavimento saranno posizionate due prese connesse con attuatore di gestione del carico.

Concludendo nella camera da letto, all'interno di altre due scatole da tre moduli, troveremo, per ognuna, un comando collegato al separé, uno per la luce della camera, abbinata ad una presa controllata.

Per terminare la descrizione della zona giorno, tornando verso l'ingresso, ma sul muro opposto a quello appena percorso, per la cucina, ad altezza di un metro da terra saranno installate quattro prese P17/11, bivalenti, adatte a spine sia da 10 che da 16 A, ed una shuko per gli elettrodomestici di piccole dimensioni, occasionali. A fianco, altri tre contatti full per controllare la luce della cucina, le tende, o scenari.

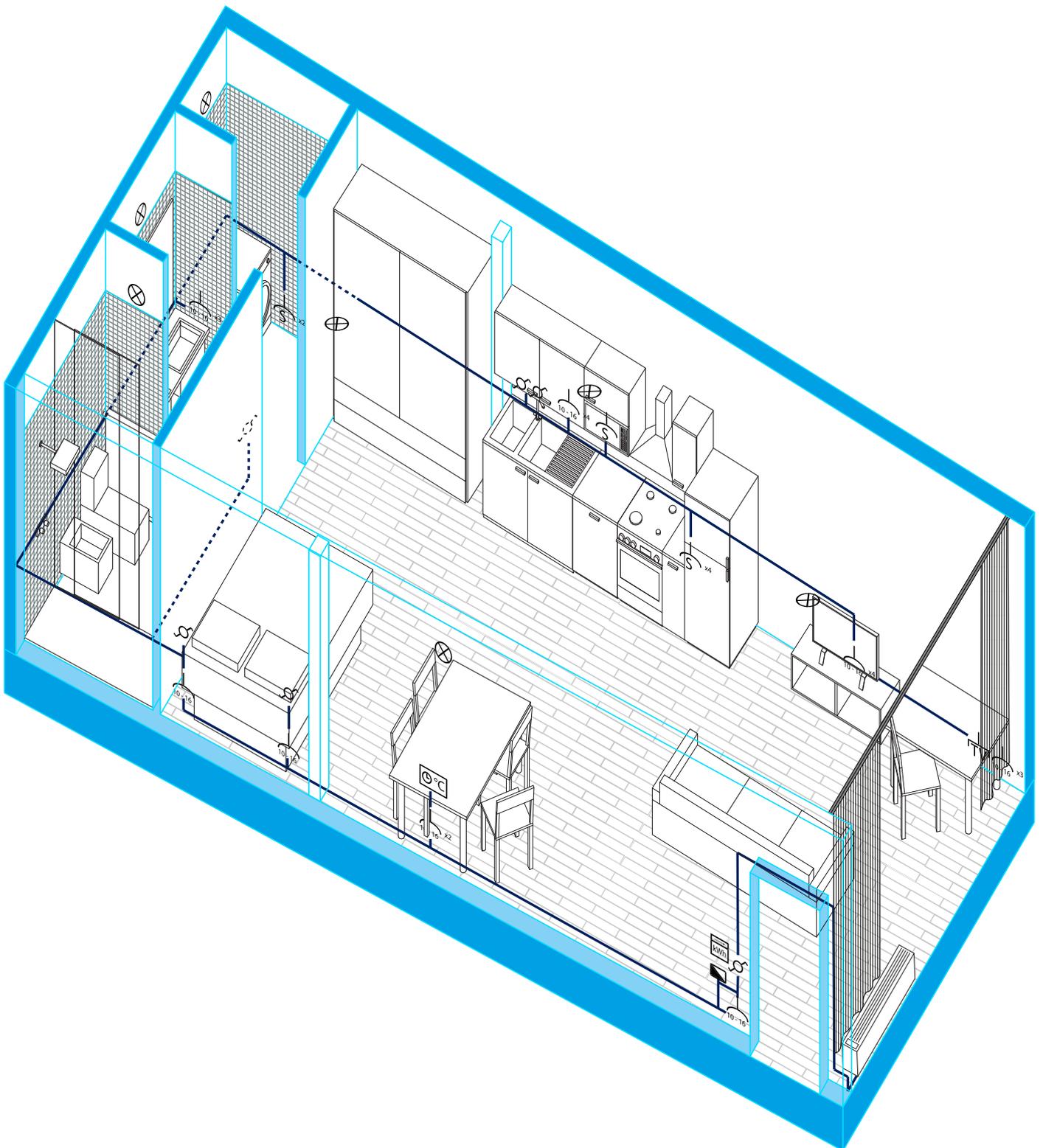
Andando oltre, alla quota bassa, quattro shuko per gli elettrodomestici quali lavastoviglie, frigo, microonde e forno. Tutte le prese sono connesse agli attuatori di controllo dei carichi.

Con attenzione di nuovo sul soggiorno, verso la parete trasparente si posizioneranno la presa per l'antenna della televisione, invariata rispetto alla posizione originale, insieme ad altre quattro P17/11, posizionate a 30 centimetri dal pavimento, comporranno il sistema di alimentazione per la parte che sarà nominata "Intrattenimento".

A conclusione della zona giorno, quattro P17/11 destinate all'uso relativo a eventuale studio/lavoro, o a quello che potrebbe essere l'angolo lettura/computer.

IL PROGETTO

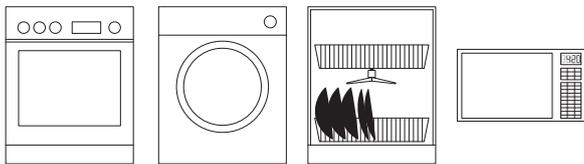
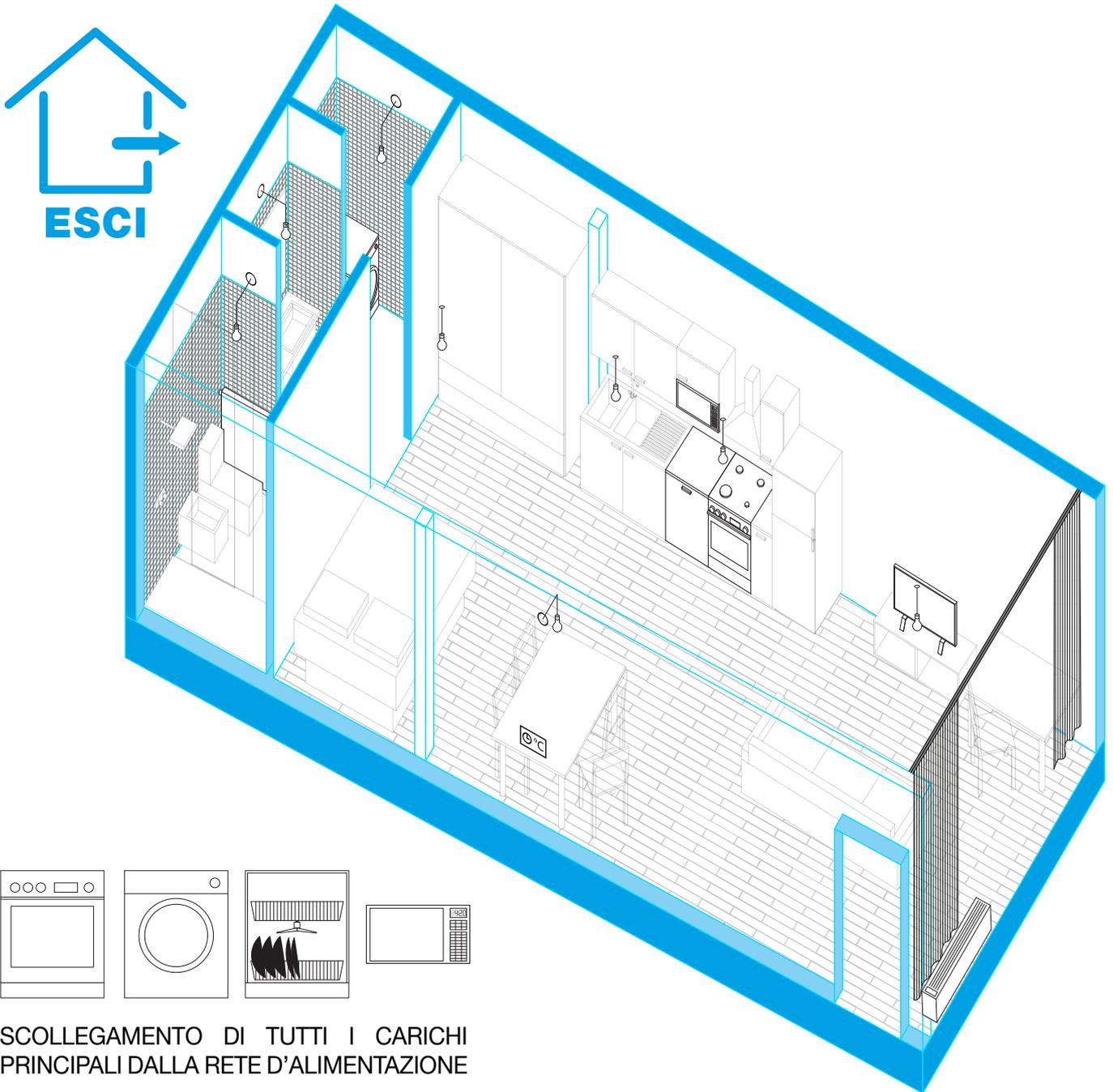
Per quanto concerne la parte dei servizi igienici, in quanto a comandi, sono previsti tre configurazioni uguale per i tre vani, ovvero un comando per le luci ed uno per scenari; per quanto riguarda le prese, invece, ne son previste 5 in totale, tutte dotate di gestione del carico: 3 bivalenti nel compartimento centrale; due shuko nel più piccolo dei due esterni, individuato come locale lavanderia e che quindi ospiterà la lavatrice.



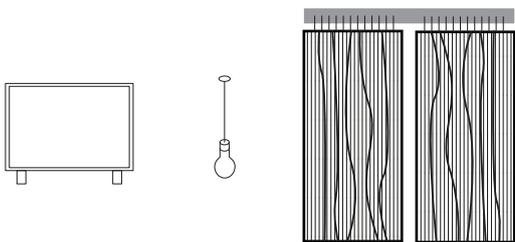
IL PROGETTO

POSIBILI SCENARI

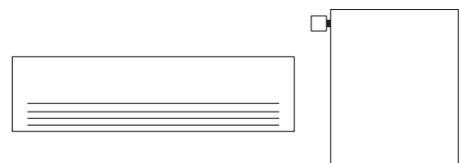
3.3.3



SCOLLEGAMENTO DI TUTTI I CARICHI PRINCIPALI DALLA RETE D'ALIMENTAZIONE



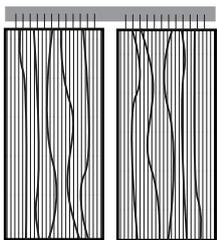
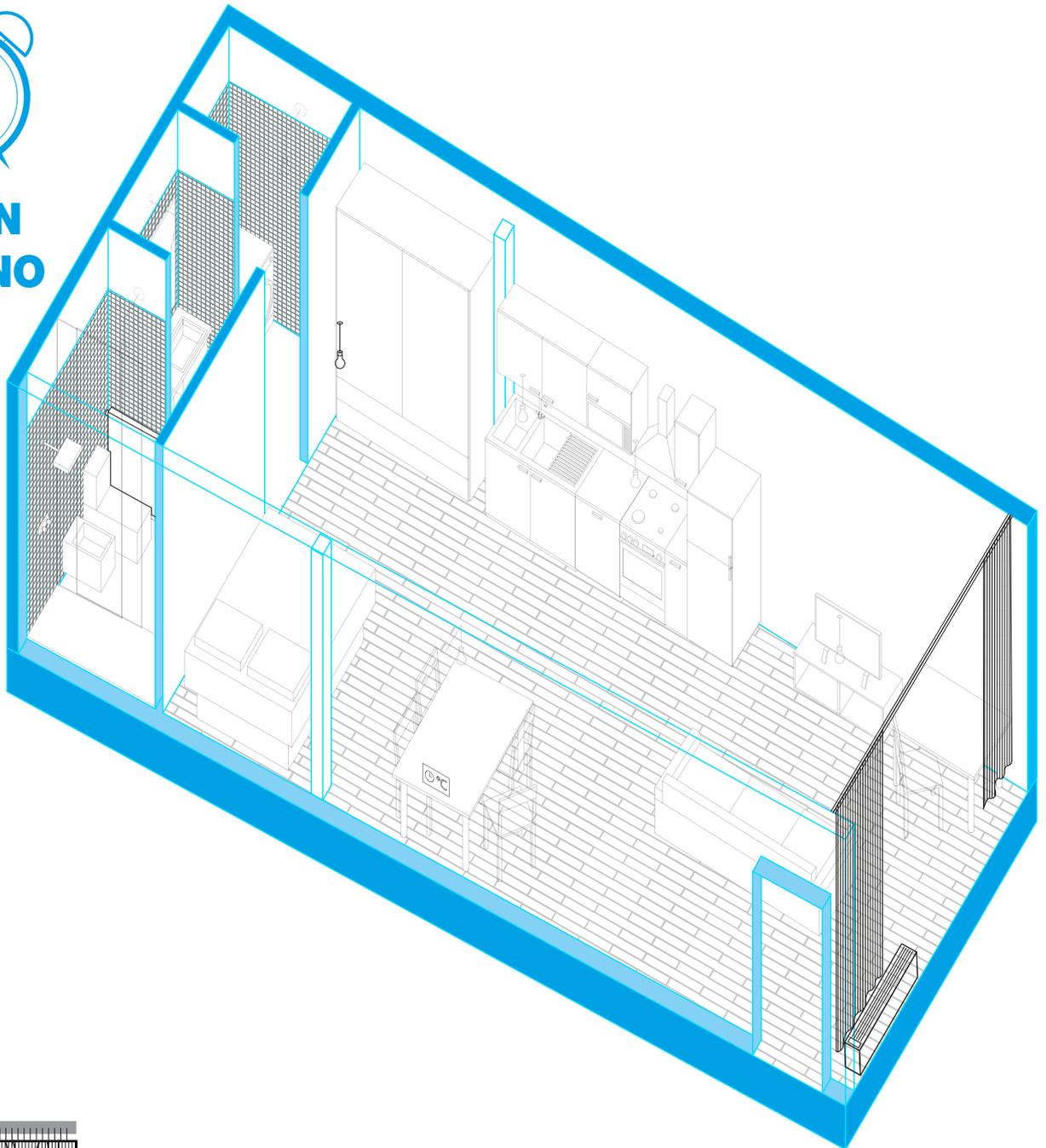
SCOLEGAMENTO DI CARICHI SECONDARI, SPEGNIMENTO DI TUTTE LE LUCI CHIUSURA TENDE



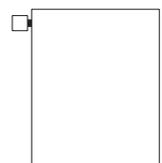
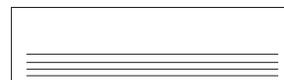
SPEGNIMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE



**BUON
GIORNO**



ACCENSIONE DELLE LUCI E SCOSTAMEN-
TO DELLE TENDE GRADUALE

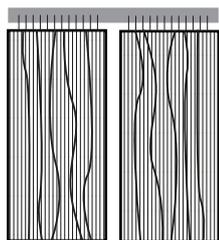
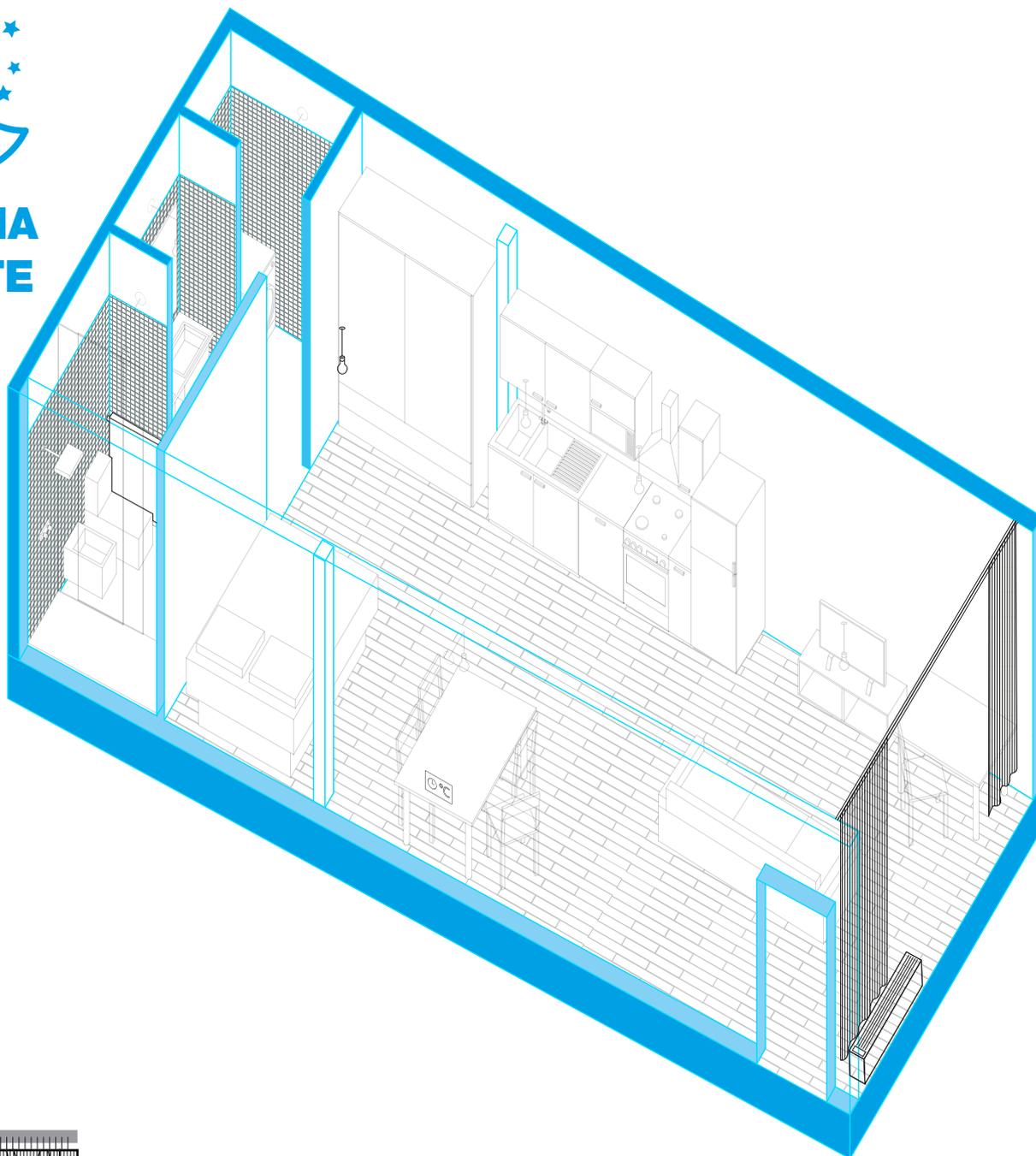


AZIONAMENTO ANTICIPATO
IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

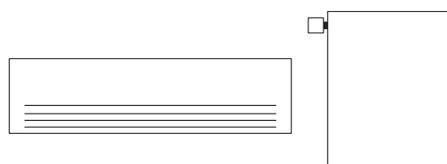
IL PROGETTO



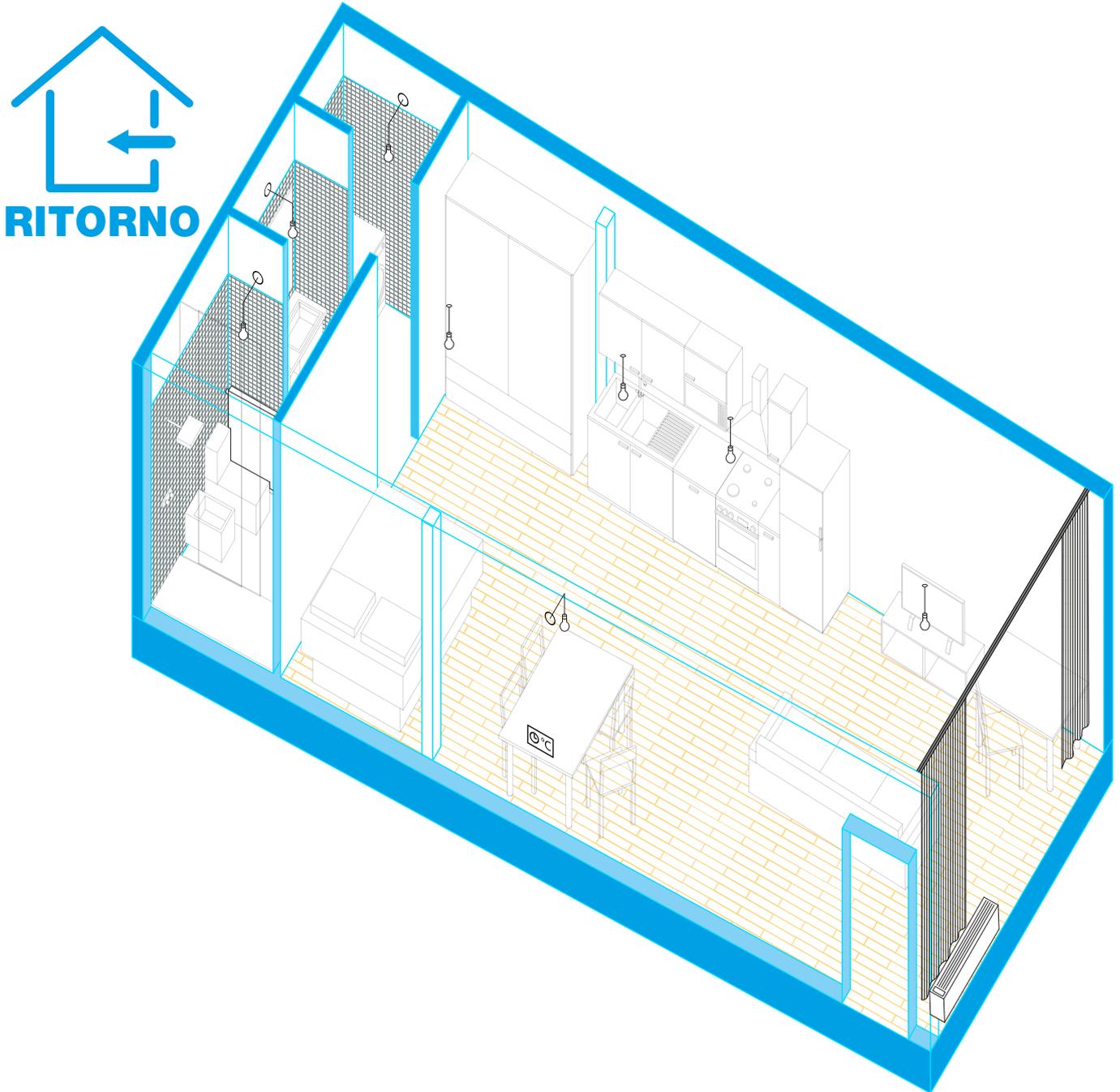
**BUONA
NOTTE**



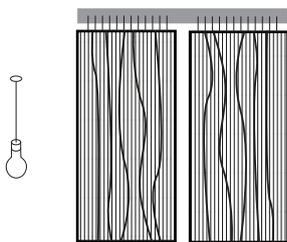
SPEGNIMENTO DELLE LUCI GRADUALE E
CHIUSURA DELLE TENDE



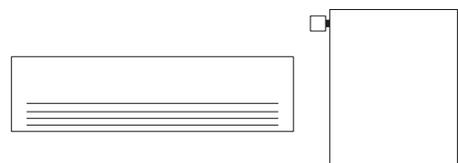
REGOLAZIONE OTTIMALE DELL
IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE



RITORNO



ACCENSIONE LUCI E SCOSTAMENTO TENDE



IMPOSTAZIONE TEMPERATURA IDEALE

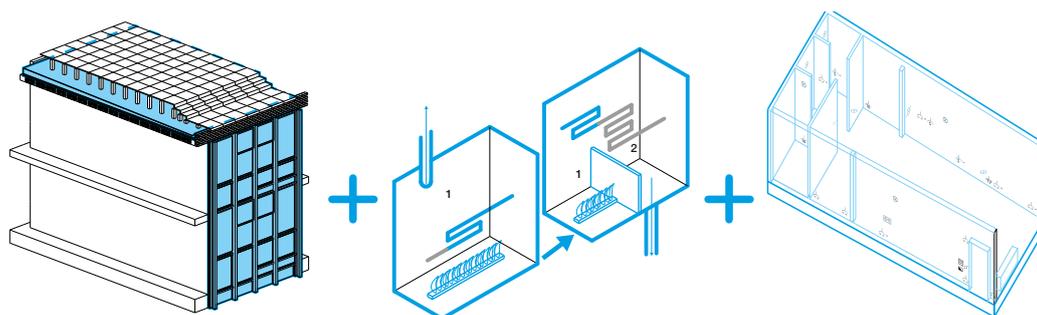
3-4 I RISULTATI

- .1 IL FABBISOGNO POST-INTERVENTO
168
- .2 IMPIANTO TRADIZIONALE E
AUTOMATICO, LE DIFFERENZE
179

POSIBILI SCENARI

Si è deciso di differenziare gli interventi in tre scenari, per meglio valutare le percentuali di incidenza di ogni soluzione sia all'interno del quadro energetico finale dell'edificio sia per quanto riguarda i costi di investimento in relazione ad esso:

- il primo scenario, è quello di efficientamento dell'involucro, ovvero la coibentazione del solaio di copertura e la sostituzione della facciata continua coi rispettivi serramenti;
- il secondo scenario prevede, in aggiunta al precedente, la sostituzione dell'impianto di generazione per acqua calda sanitaria e riscaldamento con la caldaia a condensazione;
- il terzo, è quello che integra l'impianto di gestione e controllo automatica dell'intero sistema edificio-impianto.



SCENARIO UNO

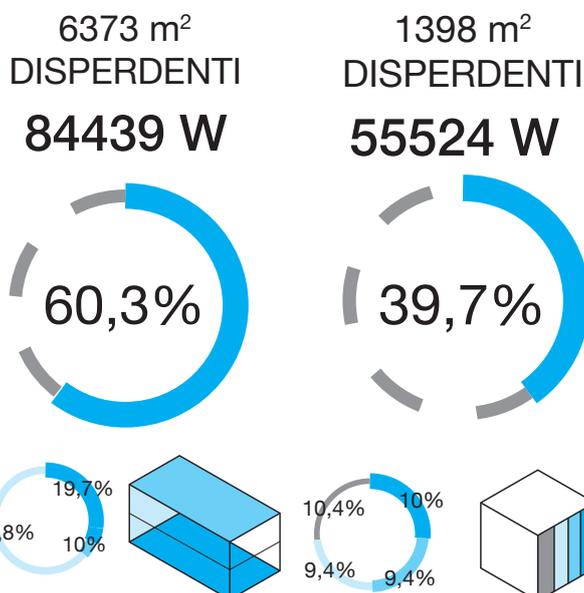
SCENARIO DUE

SCENARIO TRE

Esaminando l'impatto dell'intervento sull'involucro, le capacità termoisolative dell'edificio risultano nettamente migliorate.

Come primo metro di paragone si può considerare il valore relativo alle dispersioni di potenza totali dell'edificio nel periodo invernale, che viene ridotto a 197494 W.

Analizzando le dispersioni per componente, su un totale di 139963 W totali dispersi, circa il 60% di essi, 84439, sono attribuibili ai componenti opachi, mentre il 39%, 55524, a quelli trasparenti; si registra quindi una riduzione del 16 e dell'80% di potenza invernale dispersa, a dimostrazione del fatto che lo stato di fatto della facciata continua costituiva un grosso difetto nel sistema involucro.



DISPERSIONI

	V [m ³]	Φ _{tr} [W]	Φ _{ve} [W]	Φ _{hl} [W]
SIMPLEX	8988,8	101634	42100	143732
DUPLEX	3295,7	38330	15436	53764
TOTALE	12284,5	139964	57536	197496

Φ_{tr} = per trasmissione
 Φ_{ve} = per ventilazione
 Φ_{hl} = totali

DISPERSIONI

SDF 423583 W
 SCENARIO 1 197496 W

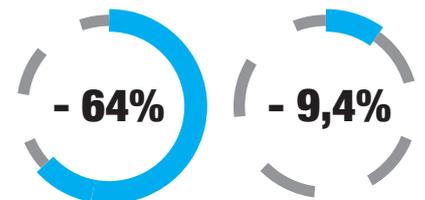


Scendendo nel dettaglio dei bilanci di energia utile totale invernale e estiva, rispettivamente di 205893 e 108666 kWh, si riscontrano contrazioni del 64 e 9,4%:

- per quanto riguarda il fabbisogno per riscaldamento, il bilancio energetico è dovuto a 402886 kWh di dispersioni e 203795 kWh di apporti gratuiti, con consumo specifico, per 183 giorni di stagione, a 46,93 kWh/m².
- l'energia utile al raffrescamento, invece, dipende da 124761 kWh di dispersioni e 227862 kWh di apporti gratuiti, il cui specifico è di 24,77 kWh/m² per 140 giorni.

ENERGIA UTILE TOTALE

	SDF	SCENARIO 1
INVERNALE	569419 W	205893 W
ESTIVA	119900 W	108666 W



Venendo alla componente impiantistica, sfruttando medesime caldaia e distribuzione dello stato di fatto, il fabbisogno di energia primaria, per riscaldamento e acqua calda sanitaria, è pari a 482552 kWh/anno.

Questo grazie a una riduzione dell'energia necessaria per il riscaldamento del 61%, che implica di fatto una riduzione del consumo di metano e le relative emissioni del 55%.

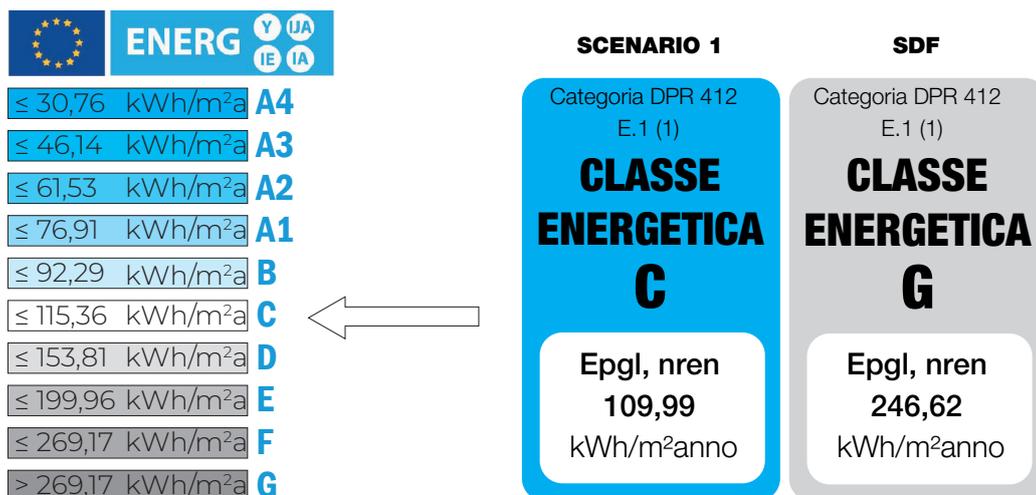
FABBISOGNO ED EMISSIONI

	SDF	SCENARIO 1
FABBISOGNO	1081941 kWh	482552 kWh
CONSUMO	103664 Nm ³ /anno	46235 Nm ³ /anno
CO ₂	216388 kg/anno	96510 kg/anno

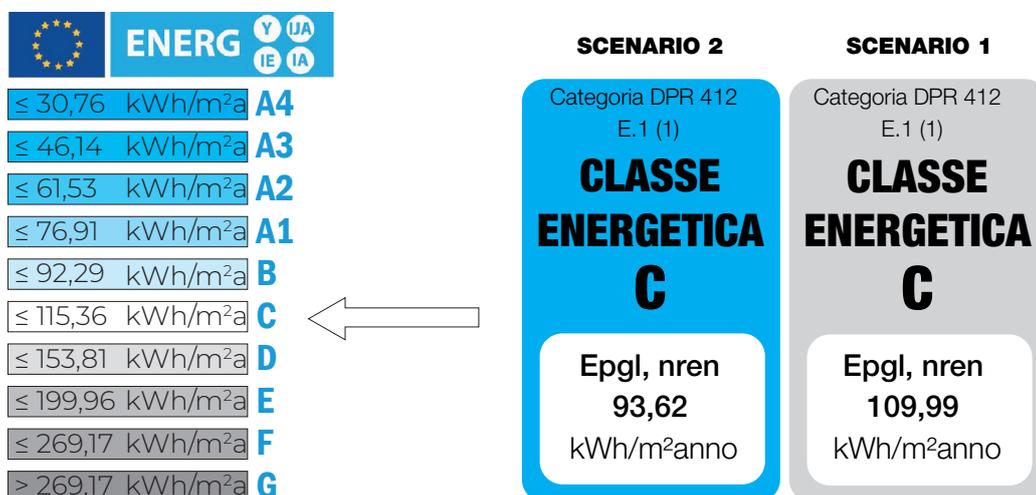


I RISULTATI

Per concludere, l'edificio a seguito dell'intervento sull'involucro riporta un indice di prestazione energetica EP di 109,99 kWh/m²anno, collocandosi in classe C.



Nello scenario con intervento sul sistema impianto, la sostituzione della caldaia permette di incrementare ulteriormente i risparmi e quindi di migliorare l'indice di prestazione energetica, portandolo a 93,62 kWh/m²anno, che corrisponde alla stessa classe energetica dello scenario precedente.

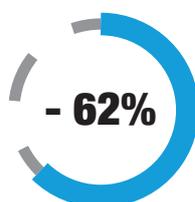


Questo è dovuto a un abbassamento delle quote di energia primaria utile, relative a riscaldamento e ACS, che rispetto allo scenario precedente si riducono del 17% e dell'8%, mentre rispetto allo stato di fatto si evidenziano differenze del 68% e del'8%, raggiungendo un fabbisogno totale pari a 410915 kWh/anno.

Come facilmente prevedibile, anche il valore sul consumo di metano e la relativa quantità di emissioni di CO₂ sono diminuiti: del 62% rispetto allo stato di fatto e del 15% rispetto allo scenario precedente.

FABBISOGNO ED EMISSIONI

	SDF	SCENARIO 1
FABBISOGNO	1081941 kWh	482552 kWh
CONSUMO	103664 Nm³/anno	46235 Nm³/anno
CO ₂	216388 kg/anno	96510 kg/anno
	SCENARIO 2	SCENARIO 2
FABBISOGNO	410915 kWh	410915 kWh
CONSUMO	39285 Nm³/anno	39285 Nm³/anno
CO ₂	82003 kg/anno	82003 kg/anno



Infine, l'integrazione degli impianti permette di risparmiare ulteriori 20006 kWh, riducendo del 69% il fabbisogno per il riscaldamento rispetto allo stato di fatto.

Paragonando il fabbisogno totale dello scenario tre con quello dello stato di fatto, si può notare come questo diminuisca del 64%, mentre rispetto al caso precedente diminuisce del 5%.

I RISULTATI

FABBISOGNO ED EMISSIONI

	SDF	SCENARIO 2
FABBISOGNO	1081941 kWh	410915 kWh
CONSUMO	103664 Nm ³ /anno	39285 Nm ³ /anno
CO ₂	216388 kg/anno	82003 kg/anno

	SCENARIO 3	SCENARIO 3
FABBISOGNO	390909 kWh	390909 kWh
CONSUMO	37833 Nm ³ /anno	37833 Nm ³ /anno
CO ₂	77781 kg/anno	77781 kg/anno

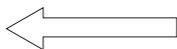


Dato alquanto rilevante, a proposito di questo scenario, è quello riguardante l'indice di efficienza energetica e la relativa classe energetica di appartenenza.

A seguito dell'intervento che interessa l'intero sistema edificio-impianto, l'Unità residenziale ovest presenta un *EP_{gl,nren}* pari a 89,07 kWh/m²anno e di conseguenza si colloca in classe B.

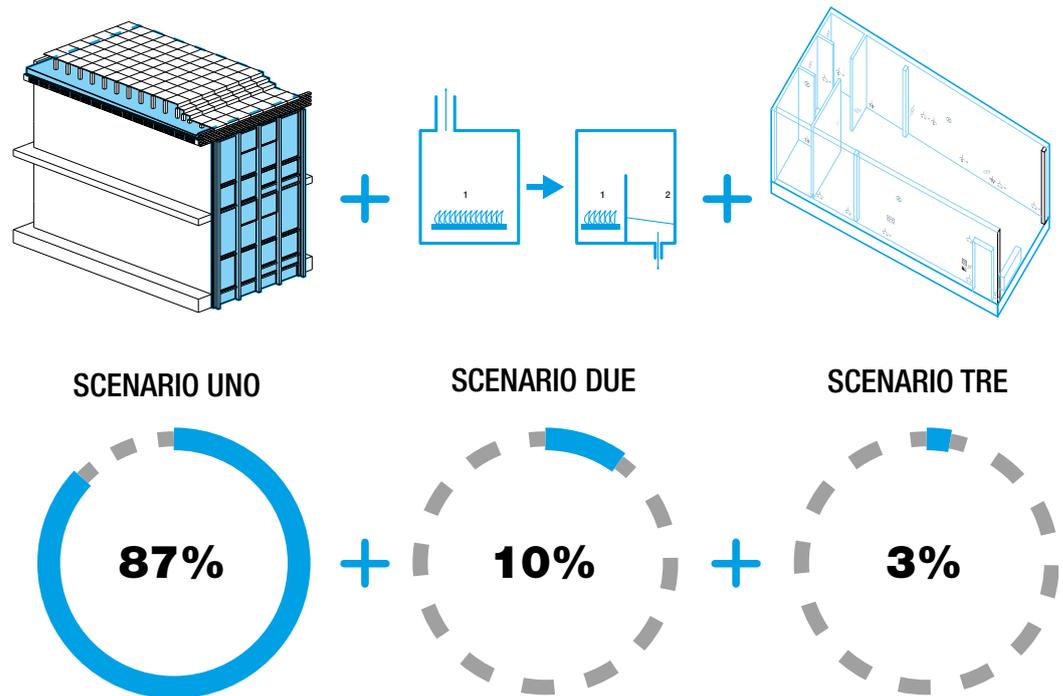


≤ 30,76 kWh/m ² a	A4
≤ 46,14 kWh/m ² a	A3
≤ 61,53 kWh/m ² a	A2
≤ 76,91 kWh/m ² a	A1
≤ 92,29 kWh/m ² a	B
≤ 115,36 kWh/m ² a	C
≤ 153,81 kWh/m ² a	D
≤ 199,96 kWh/m ² a	E
≤ 269,17 kWh/m ² a	F
> 269,17 kWh/m ² a	G



SCENARIO 2	SCENARIO 1
Categoria DPR 412 E.1 (1)	Categoria DPR 412 E.1 (1)
CLASSE ENERGETICA B	CLASSE ENERGETICA C
E _{pgl, nren} 87,07 kWh/m ² anno	E _{pgl, nren} 93,62 kWh/m ² anno

Riassumendo, quindi, a fronte di una riduzione totale dei consumi di 691032 kWh/anno, l'87% di essi è attribuibile all'intervento del primo scenario; il 10% a quello del secondo scenario; infine, il 3% a quello del terzo scenario.



I RISULTATI

DISPERSIONI SCENARIO 1

ENERGIA INVERNALE			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qh,tr [kWh]	Qh,r [kWh]	Qh,ve [kWh]	Qh,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qh,nd [kWh]
ottobre	17	10,3	18057	1141	4837	24035	8938	10671	19609	5608
novembre	30	5,6	48424	2385	12736	63545	9515	18831	28346	35219
dicembre	31	1,2	65600	3058	17182	85840	7858	19459	27317	58524
gennaio	31	1,4	64727	2962	16999	84688	11265	19459	30724	53969
febbraio	28	3	53100	2930	14033	70063	14863	17576	32439	37664
marzo	31	8,2	39941	4273	10784	54999	24496	19459	43955	13358
aprile	15	11,1	14223	1576	3917	19716	11989	9416	21405	1551
TOTALE			304072	18325	80488	402886	88924	114871	203795	205893

SIMPLEX 41			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qh,tr [kWh]	Qh,r [kWh]	Qh,ve [kWh]	Qh,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qh,nd [kWh]
ottobre	17	10,3	171	17	50	238	59	118	177	63
novembre	30	5,6	467	36	131	634	54	208	262	372
dicembre	31	1,2	635	46	177	858	40	215	255	603
gennaio	31	1,4	625	45	175	845	57	215	272	573
febbraio	28	3	510	44	144	699	89	194	283	416
marzo	31	8,2	376	65	111	552	171	215	386	167
aprile	15	11,1	131	24	40	195	114	104	218	7
TOTALE			2915	277	828	4021	584	1269	1853	2201

DUPLEX 12			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qh,tr [kWh]	Qh,r [kWh]	Qh,ve [kWh]	Qh,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qh,nd [kWh]
ottobre	17	10,3	375	23	100	497	190	177	367	135
novembre	30	5,6	1003	47	263	1313	194	312	506	807
dicembre	31	1,2	1358	61	355	1774	158	323	481	1293
gennaio	31	1,4	1340	59	351	1750	227	323	550	1200
febbraio	28	3	1100	58	290	1448	321	292	613	836
marzo	31	8,2	829	85	223	1137	561	323	883	270
aprile	15	11,1	296	31	81	408	281	156	437	25
TOTALE			6301	364	1663	8327	1932	1906	3837	4566

ENERGIA ESTIVA			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$	Qc,tr [kWh]	Qc,r [kWh]	Qc,ve [kWh]	Qc,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qc,nd [kWh]
maggio	17	18	14169	1910	4019	20098	16863	10671	27535	7704
giugno	30	20,8	15072	3486	4599	23157	33894	18831	52725	29571
luglio	31	22,3	10304	3476	3382	17161	35130	19459	54589	37427
agosto	31	21,4	13861	3127	4204	21192	31919	19459	51378	30188
settembre	30	16,5	30826	2157	8402	41385	21650	18831	40482	3765
ottobre	1	14,1	1317	101	351	1768	526	628	1153	11
TOTALE			85549	14257	24957	124761	139982	87879	227862	108666

SIMPLEX 41			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qc,tr [kWh]	Qc,r [kWh]	Qc,ve [kWh]	Qc,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qc,nd [kWh]
maggio	17	18	126	29	41	197	181	118	299	103
giugno	30	20,8	123	53	47	223	389	208	597	373
luglio	31	22,3	76	53	35	164	392	215	606	443
agosto	31	21,4	115	47	43	205	320	215	535	329
settembre	30	16,5	287	33	86	406	187	208	394	20
ottobre	1	14,1	13	2	4	18	3	7	10	0
TOTALE			740	217	256	1213	1472	971	2441	1268

DUPLEX 12			DISPERSIONI				APPORTI			
Mese	Giorni	$\theta_{e,m}$ [°C]	Qc,tr [kWh]	Qc,r [kWh]	Qc,ve [kWh]	Qc,ht [kWh]	Qsol,w [kWh]	Qint [kWh]	Qgn [kWh]	Qc,nd [kWh]
maggio	17	18	295	38	83	416	405	177	582	168
giugno	30	20,8	315	69	95	480	814	312	1126	646
luglio	31	22,3	217	69	70	356	853	323	1176	820
agosto	31	21,4	290	62	87	439	772	323	1095	656
settembre	30	16,5	640	43	173	857	484	312	796	33
ottobre	1	14,1	27	2	7	37	11	10	22	0
TOTALE			1784	283	515	2585	3339	1457	4797	2323

Qh/Qc,tr:
energia dispersa per
trasmissione

Qh/Qc,r:
energia dispersa per
extraflusso

Qh/Qc,ve:
energia dispersa per
ventilazione

Qh/Qc,ht:
energia dispersa totale

Qsol, w:
apporti solari gratuiti

Qsol, int:
apporti interni gratuiti

Qgn:
apporti gratuiti totali

Qh/Qc nd:
energia utile totale

I RISULTATI

FABBISOGNO IMPIANTO SCENARIO 1

RISCALDAMENTO		Fabbisogni Termici							Consumi ed energia primaria			
Mese	Giorni	QH,sys,out	Q'H,sys,ou t	QH,sys,out ,intern	QH,sys,out ,cont	QH,sys,ou t,corr	QH,gen,ou t	QH,gen,in	QH,p,nren	QH,p,tot	GG	CO2H
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[°Cg]	[kgCO2]
gennaio	31	53969	53676	53676	53676	53676	80176	90067	94571	94571	577	18914
febbraio	28	37664	37399	37399	37399	37399	60233	67588	70967	70967	476	14193
marzo	31	13358	13065	13065	13065	13065	26817	29929	31425	31425	366	6285
aprile	15	1551	1414	1414	1414	1414	3659	4055	4257	4257	133	851
ottobre	17	5608	5447	5447	5447	5447	11347	12645	13277	13277	164	2655
novembre	30	35219	34935	34935	34935	34935	55755	62508	65633	65633	432	13127
dicembre	31	58524	58230	58230	58230	58230	84426	94873	99617	99617	583	19923
Totali	183	205893	204165	204165	204165	204165	322413	361664	379747	379747	2730	75949

ACS		Fabbisogni Termici					Consumi ed energia primaria		
Mese	Giorni	QW,sys,ou t	QW,sys,ou ,rec	QW,sys,ou ,cont	QW,gen,ou t	QW,gen,in	QW,p,nren	QW,p,tot	CO2W
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kgCO2]
gennaio	31	7336	7336	7336	7923	8318	8734	8734	1747
febbraio	28	6626	6626	6626	7156	7513	7888	7888	1578
marzo	31	7336	7336	7336	7923	8316	8732	8732	1746
aprile	30	7099	7099	7099	7667	8047	8450	8450	1690
maggio	31	7336	7336	7336	7923	8314	8730	8730	1746
giugno	30	7099	7099	7099	7667	8045	8447	8447	1689
luglio	31	7336	7336	7336	7923	8313	8729	8729	1746
agosto	31	7336	7336	7336	7923	8313	8729	8729	1746
settembre	30	7099	7099	7099	7667	8046	8448	8448	1690
ottobre	31	7336	7336	7336	7923	8316	8731	8731	1746
novembre	30	7099	7099	7099	7667	8049	8451	8451	1690
dicembre	31	7336	7336	7336	7923	8318	8734	8734	1747
Totali	365	86375	86375	86375	93285	97909	102804	102804	20561

Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]
Riscaldamento	379747	0	379747
Acqua calda sanitaria	102804	0	102804
Globale	482552	0	482552

Servizio	EP,nren [kWh/m²]	EP,ren [kWh/m²]	EP,tot [kWh/m²]
Riscaldamento	86,56	0	86,56
Acqua calda sanitaria	23,43	0	23,43
Globale	109,99	0	109,99

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [kg/anno]	Servizi
Metano	46235	Nm³/anno	96510	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria
Energia elettrica	0	kWhel/anno	0	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria

Descrizione	Categoria DPR 412	Superficie netta	Vol. Lordo	Epgl, nren	U.M.	Classe energetica
Edificio: Unità Residenziale Ovest	E.1 (1)	4387,14	16691,8	109,99	kWh/m²anno	C

Simplex_41	E.1 (1)	45,13	187,36	114,42	kWh/m²anno	C
Duplex_12	E.1 (1)	90,58	342,86	113,89	kWh/m²anno	C



- ≤ 30,76 kWh/m²a **A4**
- ≤ 46,14 kWh/m²a **A3**
- ≤ 61,53 kWh/m²a **A2**
- ≤ 76,91 kWh/m²a **A1**
- ≤ 92,29 kWh/m²a **B**
- ≤ 115,36 kWh/m²a **C**
- ≤ 153,81 kWh/m²a **D**
- ≤ 199,96 kWh/m²a **E**
- ≤ 269,17 kWh/m²a **F**
- > 269,17 kWh/m²a **G**

FABBISOGNO IMPIANTO SCENARIO 2

RISCALDAMENTO		Fabbisogni Termici						Fabbisogni Elettrici			Consumi ed energia primaria					
Mese	Giorni	QH,sys,out	Q'H,sys,out	QH,sys,out, interm	QH,sys,out,c ont	QH,sys,out, corr	QH,gen,out	QH,gen,in	QH,gen,aux	QH,aux	QH,el	QH,p,nren	QH,p,tot	CoH,el	GG	CO2H
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[°Cg]	[kgCO2]
gennaio	31	53908	53615	53615	53615	53615	80098	74493	75	75	75	78364	78400	75	577	15678
febbraio	28	37603	37338	37338	37338	37338	60148	56081	53	53	53	58988	59013	53	476	11801
marzo	31	13347	13054	13054	13054	13054	26800	25172	9	9	9	26449	26453	9	366	5290
aprile	15	1555	1417	1417	1417	1417	3666	3442	0	0	0	3614	3614	0	133	723
ottobre	17	5600	5439	5439	5439	5439	11328	10644	1	1	1	11178	11179	1	164	2236
novembre	30	35166	34882	34882	34882	34882	55680	51988	46	46	46	54677	54699	46	432	10939
dicembre	31	58473	58180	58180	58180	58180	84373	78404	80	80	80	82481	82518	80	583	16502
Totale	183	205652	203924	203924	203924	203924	322093	300224	265	265	265	315751	315876	265	2730	63169

ACS		Fabbisogni Termici					Fabbisogni Elettrici		Consumi ed energia primaria				
Mese	Giorni	QW,sys,out	QW,sys,out, rec	QW,sys,out,c ont	QW,gen,out	QW,gen,in	QW,gen,aux	QW,aux	QW,el	QW,p,nren	QW,p,tot	CoW,el	CO2W
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kgCO2]
gennaio	31	7336	7336	7336	7923	7694	9	9	9	8097	8101	9	1620
febbraio	28	6626	6626	6626	7156	6947	8	8	8	7310	7314	8	1463
marzo	31	7336	7336	7336	7923	7680	9	9	9	8081	8086	9	1617
aprile	30	7099	7099	7099	7667	7422	9	9	9	7811	7815	9	1563
maggio	31	7336	7336	7336	7923	7654	9	9	9	8054	8058	9	1611
giugno	30	7099	7099	7099	7667	7392	9	9	9	7778	7782	9	1556
luglio	31	7336	7336	7336	7923	7632	9	9	9	8031	8035	9	1607
agosto	31	7336	7336	7336	7923	7636	9	9	9	8035	8039	9	1608
settembre	30	7099	7099	7099	7667	7409	9	9	9	7796	7800	9	1560
ottobre	31	7336	7336	7336	7923	7670	9	9	9	8071	8075	9	1615
novembre	30	7099	7099	7099	7667	7439	9	9	9	7828	7832	9	1566
dicembre	31	7336	7336	7336	7923	7694	9	9	9	8097	8101	9	1620
Totale	365	86375	86375	86375	93285	90268	107	107	107	94990	95040	107	19005

Servizio	Qp,nren	Qp,ren	Qp,tot
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Riscaldamento	315751	124	315876
Acqua calda sanitaria	94990	50	95040
Globale	410741	174	410915

Servizio	EP,nren	EP,ren	EP,tot
	[kWh/m²]	[kWh/m²]	[kWh/m²]
Riscaldamento	71,97	0,03	72
Acqua calda sanitaria	21,65	0,01	21,66
Globale	93,62	0,04	93,66

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2 [kg/anno]	Servizi
Metano	39285 Nm³/anno		82003	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria
Energia elettrica	371 kWhel/anno		171	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria

Descrizione	Categoria DPR 412	Superficie netta	Vol. Lordo	Epgl, nren	U.M.	Classe energetica
Edificio: Unità Residenziale Ovest	E.1 (1)	4387,14	16691,8	93,62	kWh/m²anno	C

Simplex_41	E.1 (1)	45,13	187,36	97,48	kWh/m²anno	B
Duplex_12	E.1 (1)	90,58	342,86	96,75	kWh/m²anno	C



- ≤ 30,76 kWh/m²a **A4**
- ≤ 46,14 kWh/m²a **A3**
- ≤ 61,53 kWh/m²a **A2**
- ≤ 76,91 kWh/m²a **A1**
- ≤ 92,29 kWh/m²a **B**
- ≤ 115,36 kWh/m²a **C**
- ≤ 153,81 kWh/m²a **D**
- ≤ 199,96 kWh/m²a **E**
- ≤ 269,17 kWh/m²a **F**
- > 269,17 kWh/m²a **G**

FABBISOGNO IMPIANTO SCENARIO 3

RISCALDAMENTO		Fabbisogni Termici						Fabbisogni Elettrici			Consumi ed energia primaria					
Mese	Giorni	QH,sys,out	Q'H,sys,out	QH,sys,out,interm	QH,sys,out,cont	QH,sys,out,corr	QH,gen,out	QH,gen,in	QH,gen,aux	QH,aux	QH,el	QH,p,nren	QH,p,tot	CoH,el	GG	CO2H
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[°Cg]	[kgCO2]
gennaio	31	53908	53615	52959	52959	52959	79118	72405	85	85	85	76190	76230	85	577	15244
febbraio	28	37603	37338	36879	36879	36879	59408	54642	62	62	62	57496	57525	62	476	11503
marzo	31	13347	13054	12887	12887	12887	26458	24703	21	21	21	25979	25989	21	366	5197
aprile	15	1555	1417	1417	1417	1417	3666	3445	0	0	0	3618	3618	0	133	724
ottobre	17	5600	5439	5369	5369	5369	11183	10457	7	7	7	10995	10998	7	164	2199
novembre	30	35166	34882	34454	34454	34454	54997	50744	56	56	56	53390	53417	56	432	10682
dicembre	31	58473	58180	57471	57471	57471	83346	76150	90	90	90	80132	80175	90	583	16033
Totale	183	205652	203924	201436	201436	201436	318177	292546	321	321	321	307800	307951	321	2730	61583

ACS		Fabbisogni Termici					Fabbisogni Elettrici			Consumi ed energia primaria			
Mese	Giorni	QW,sys,out	QW,sys,out,ec	QW,sys,out,cont	QW,gen,out	QW,gen,in	QW,gen,aux	QW,aux	QW,el	QW,p,nren	QW,p,tot	CoW,el	CO2W
		[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kgCO2]
gennaio	31	7336	7336	7336	7923	7694	9	9	9	8097	8101	9	1620
febbraio	28	6626	6626	6626	7156	6947	8	8	8	7310	7314	8	1463
marzo	31	7336	7336	7336	7923	7680	9	9	9	8081	8086	9	1617
aprile	30	7099	7099	7099	7667	7422	9	9	9	7811	7815	9	1563
maggio	31	7336	7336	7336	7923	7654	9	9	9	8054	8058	9	1611
giugno	30	7099	7099	7099	7667	7392	9	9	9	7778	7782	9	1556
luglio	31	7336	7336	7336	7923	7632	9	9	9	8031	8035	9	1607
agosto	31	7336	7336	7336	7923	7636	9	9	9	8035	8039	9	1608
settembre	30	7099	7099	7099	7667	7409	9	9	9	7796	7800	9	1560
ottobre	31	7336	7336	7336	7923	7670	9	9	9	8071	8075	9	1615
novembre	30	7099	7099	7099	7667	7439	9	9	9	7828	7832	9	1566
dicembre	31	7336	7336	7336	7923	7694	9	9	9	8097	8101	9	1620
Totale	365	86375	86375	86375	93285	90268	107	107	107	94990	95040	107	19005

Servizio	Qp,nren	Qp,ren	Qp,tot
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Riscaldamento	295717,67	151	295868,67
Acqua calda sanitaria	94990	50	95040
Globale	402790	201	390908,67

Servizio	EP,nren	EP,ren	EP,tot
	[kWh/m²]	[kWh/m²]	[kWh/m²]
Riscaldamento	67,42	0,03	67,45
Acqua calda sanitaria	21,65	0,01	21,66
Globale	89,07	0,05	89,11

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO2	Servizi
			[kg/anno]	
Metano	37833	Nm³/anno	77781	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria
Energia elettrica	428	kWh/el/anno	197	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria

Descrizione	Categoria DPR 412	Superficie netta	Vol. Lordo	Epgl, nren	U.M.	Classe energetica
Edificio: Unità Residenziale Ovest	E.1 (1)	4387,14	16691,8	89,07	kWh/m²anno	B

Simplex_41	E.1 (1)	45,13	187,36	95,59	kWh/m²anno	B
Duplex_12	E.1 (1)	90,58	342,86	94,79	kWh/m²anno	C



- ≤ 30,76 kWh/m²a **A4**
- ≤ 46,14 kWh/m²a **A3**
- ≤ 61,53 kWh/m²a **A2**
- ≤ 76,91 kWh/m²a **A1**
- ≤ 92,29 kWh/m²a **B**
- ≤ 115,36 kWh/m²a **C**
- ≤ 153,81 kWh/m²a **D**
- ≤ 199,96 kWh/m²a **E**
- ≤ 269,17 kWh/m²a **F**
- > 269,17 kWh/m²a **G**

3.4.2

IMPIANTO TRADIZIONALE E AUTOMATICO, DIFFERENZE

Analizzare le differenze tra un sistema a funzionamento continuo ed uno che entra in azione solamente se necessariamente utile, risulta particolarmente difficile se prima non si definiscono dei profili di utilizzo collegati alle abitudini di un gruppo di persone.

Tali schemi sono stati individuati all'interno del mio nucleo familiare e gruppo di amici, con particolare attenzione nella loro scelta, cercando di selezionare profili che fossero il più possibile diversi gli uni dagli altri, in quanto ad abitudini, in modo che ognuno di questi, presi individualmente, potesse comporre un quadro vario che rappresenti un caso quanto più verosimile possibile.

Si è presa in considerazione una settimana di cinque giorni lavorativi, assumendo come regola che le abitudini si ripetessero allo stesso modo per tutto l'anno, senza interruzioni dovute alle vacanze, e che il fine settimana fosse organizzato allo stesso modo per tutti i casi presi in esame.

Ipotizzando di condurre la ricerca su sei unità abitative, tre simplex abitati da un singolo individuo e tre duplex abitati da una coppia, le persone sono rappresentate da:

- una studentessa universitaria;
 - un lavoratore part-time;
 - un architetto la cui attività si svolge fuori casa tutti i giorni;
- per quanto riguarda i simplex, mentre ad occupare i duplex si trovano:
- una coppia composta da un pensionato ed un lavoratore che si reca in ufficio tutti i giorni, ma che tre pomeriggi su cinque lavora da casa;
 - una coppia composta da un insegnante di scuola dell'infanzia e un lavoratore part-time;
 - una coppia composta da un impiegato d'ufficio che lavora anche da casa e un lavoratore a tempo pieno.

I profili orari sono i seguenti.

I RISULTATI

Studente	LUNEDÌ	10:30 - 19:30
	MARTEDÌ	8:00 - 10:00 14:00 - 16:00
	MERCOLEDÌ	-
	GIOVEDÌ	14:30 - 18:30
	VENERDÌ	6:30 - 15:30

Insegnante Lavoratore Part time	LUNEDÌ	7:30 - 13:30	9:30 - 15:30
	MARTEDÌ	7:30 - 13:30	9:30 - 15:30
	MERCOLEDÌ	9:40 - 17:00	15 - 17
	GIOVEDÌ	9:40 - 17:00	
	VENERDÌ	7:30 - 13:30	15 - 17

Architetto	LUNEDÌ	8:00 - 13:00 14:00 - 17:30
	MARTEDÌ	8:00 - 13:00 14:00 - 18:30
	MERCOLEDÌ	8:00 - 13:00 14:00 - 19:00
	GIOVEDÌ	8:00 - 13:00 14:00 - 17:30
	VENERDÌ	8:00 - 13:00 14:00 - 18:15

Impiegato Lavoratore	LUNEDÌ	8:00 - 19:00	8:00 - 20:30
	MARTEDÌ	8:00 - 13:00 15:00 - 19:00	8:00 - 20:30
	MERCOLEDÌ	8-19	8:00 - 20:30
	GIOVEDÌ	8-13	8:00 - 20:30
	VENERDÌ	15 - 19	8:00 - 20:30

Lavoratore Part time	LUNEDÌ	8:00 - 19:00
	MARTEDÌ	8:00 - 13:00 15:00 - 19:00
	MERCOLEDÌ	8:00 - 19:00
	GIOVEDÌ	15:00 - 19:00
	VENERDÌ	8:00 - 13:00

Pensionato Lavoratore	LUNEDÌ	8:45 - 13 15:30 - 19	8:45 - 13:15 14:15 - 18:45
	MARTEDÌ	8:45 - 13 15:30 - 19	8:45 - 13:15
	MERCOLEDÌ	8:45 - 13 15:30 - 19	8:45 - 13:15
	GIOVEDÌ	8:45 - 13 15:30 - 19	8:45 - 13:15 14:15 - 18:45
	VENERDÌ	8:45 - 13 15:30 - 19	8:45 - 13:15

Sono stati descritti, nel capitolo precedente, i consumi relativi ad un impianto con funzionamento continuativo, il quale non teneva in considerazione la presenza o meno degli utenti.

Infatti, secondo il D.P.R. 412/1993, che regola l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici^[83], negli edifici residenziali appartenenti alla zona E è consentito azionare il sistema di riscaldamento per un totale di 14 ore al massimo, che a discrezione dei condomini possono essere continuative o divise in fasce orarie.

Questo significa che l'ambiente viene riscaldato pure durante le ore nelle quali risulta vuoto, vanificando l'impiego di energia termica e determinando quindi uno spreco di risorse sostanzioso con conseguenti ricadute sulla quantità di emissioni dell'edificio.

Definendo quindi un funzionamento del sistema basato sul suo effettivo utilizzo, lo si renderebbe più efficiente sia dal punto di vista dei consumi che da quello dei costi, ambientali ed economici.

Inoltre, c'è un'altra percentuale di energia che quotidianamente viene inavvertitamente consumata e che viene spesso sottovalutata, ovvero quella elettrica.

Infatti, alcuni degli elettrodomestici di cui ci si serve ogni giorno consumano elettricità anche se non in uso, il che porta ad una quantità di kWh sprecati ogni anno relativamente importante.

Uno studio condotto all'interno del progetto Selina, sviluppato quest'ultimo tra ottobre 2008 e settembre 2010, col supporto dell'Agenzia della Commissione Europea per la Competitività e l'Innovazione (EACI) nel programma Energia Intelligente per l'Europa (IEE), ha individuato quanto e come la modalità in stand-by dei principali dispositivi elettronici, all'interno dei nostri appartamenti, influiscano sulla quota dei consumi complessivi delle case e, di conseguenza, su quella riguardante le emissioni di CO₂ annuali^[84].

83: "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia," D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Roma, Aug. 26, 1993. Accessed: Sep. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1993/10/14/093G0451/sg>

84: Selina Project, "Guida per i consumatori sui consumi stand-by," 2010

Il consumo in stand-by è in sostanza quello dovuto all'assorbi-

I RISULTATI

mento da parte degli alimentatori e dai sensori che, attendendo un segnale da tasti meccanici, continuano ad essere connessi alla corrente nonostante all'apparenza risultino spenti.

Dalla ricerca, che ha preso in esame circa 1300 abitazioni in Europa, è emerso infatti che mediamente il consumo in stand-by di ciascuna di esse ammonta a circa l'11% del consumo di energia elettrica totale, che equivale approssimativamente a 300 kWh/anno.

Non solo, nei 27 paesi dell'Unione Europea, ogni anno l'equivalente dei due terzi dell'energia consumata da tutte le case italiane, viene impiegato per la modalità stand-by, 43 TWh, producendo una quantità di CO₂ pari a 19 milioni di tonnellate all'anno.[85]

Gli elettrodomestici in questione, comuni a tutti gli appartamenti e individuati come i responsabili di tale spreco, sono la lavastoviglie, la lavatrice, la televisione, il forno microonde e la macchina del caffè; anche il frigorifero è alimentato continuamente, ma per questioni ovvie rappresenta l'unico carico indispensabile. Un altro elemento che molti non tengono in considerazione sono i caricabatterie, di qualunque genere.

Infatti, un caricabatterie lasciato connesso alla presa elettrica anche se non si sta effettivamente ricaricando alcun dispositivo, è responsabile di un consumo costante in quanto sprovvisto di interruttore di circuito.

Determinare la quantità effettiva di energia elettrica risparmiata, tuttavia, senza una simulazione specifica per ogni caso, risulta alquanto complicato.

Infatti, ipotizzando di suddividere il totale dei consumi elettrici in una parte composta da quelli per illuminazione e una parte composta da quelli relativi a elettrodomestici e utenze varie, definire i primi rappresenta una questione dipendente da troppi fattori.

Perciò, per stabilire la quota di energia elettrica risparmiata, si è deciso di analizzare i kWh medi per appartamento relativi solo alla componente elettrodomestici, utilizzando quindi tale

85: "Joint Research Centre, "The 2006 Well-To-Tank," 2006.

quantità come differenza di consumi elettrici tra un impianto tradizionale ed uno integrato.

L'unione europea mette a disposizione di tutti una banca dati online pubblica, consultabile a titolo completamente gratuito, in cui sono raccolte le etichette energetiche EPREL di milioni di prodotti di mercato. Di fatti, da gennaio 2019 ogni fornitore ha il dovere di inserire al suo interno tale etichetta, prima di lanciare un prodotto sul mercato [86].

Le informazioni racchiuse rappresentano “informazioni dettagliate e standardizzate riguardanti l'efficienza energetica, il consumo di energia e di altre risorse quali l'acqua, le emissioni sonore, le prestazioni funzionali, la durata dei programmi e la durata minima della garanzia offerta dal fornitore”.

Al suo interno sono disponibili i dati energetici riguardanti ventotto categorie di dispositivi, dagli elettrodomestici da cucina per il settore residenziale e quelli per l'ambito professionale, ai dispositivi dotati di display come televisori o monitor; ancora, è possibile trovare informazioni su caldaie e stufe e sui relativi dispositivi solari; si trovano inoltre le caratteristiche degli impianti di ventilazione, quelle delle sorgenti luminose, fino ad arrivare agli pneumatici.

Lo scopo dello strumento è permettere il progresso di tali dispositivi, dando l'opportunità ai produttori di commercializzare elementi sempre più efficienti dal punto di vista dei consumi, in modo di adempiere nel miglior modo possibile alla richiesta da parte dell'UE di ridurre la domanda energetica.

Tramite le informazioni reperite sulla sopracitata piattaforma, si è stilato un rapporto di consumi degli elettrodomestici di cui ogni appartamento, più o meno, è normalmente dotato, affinché fosse possibile ottenere un dato indicante i consumi in eccesso e la loro quota indicativa.

Premesso che i dispositivi presi in considerazione appartengono tutti a una classe energetica relativamente buona, C o A+

86: ENEA, “Online EPREL,” Online EPREL, la banca dati europea su etichette energetiche elettrodomestici, May 18, 2022. <https://www.energiaenergetica.enea.it/vi-segnaliamo/online-eprel-la-banca-dati-europea-su-etichette-energetiche-elettrodomestici.html> (accessed Jun. 20, 2022).

I RISULTATI

(motivo della scelta della A+ è il fatto che non fosse la più alta e quindi paragonabile approssimativamente alla C, in quanto alcuni apparecchi son stati oggetto di più migliorie negli anni rispetto ad altri), bisogna considerare innanzitutto che i pacchetti elettronici di ogni abitazione sono inevitabilmente diversi gli uni dagli altri, inoltre, non tutti sono dotati di dispositivi di ultima generazione, quindi i consumi, in un caso reale, potrebbero risultare ben più alti di quanto riportato di seguito, o viceversa.

Elemento	Modello	Potenza in uso [kWh]	Potenza stand by [W]	Consumo annuo stand by [kWh/anno]
Lavastoviglie	Bosch SMV4ECX16E	0,736	0,5	3,29
Lavatrice	BAUKNECHT WM 7C EX	0,59	0,5	3,29
Frigorifero	SMEG FC19XDNC			165,00
Caricabatterie	Generico		0,29	1,69
Televisione	Samsung GU43BU8589U	72	2	13,14
Macchina del Caffè	Nespresso Inissia		1260	229,95
Microonde			1,5	12,59
Totale				428,95
Costo annuo				114,53

La ricerca svolta ha determinato che, in media, lo scollegamento dalla rete degli elettrodomestici più gravosi sulla quantità finale di energia elettrica usata potrebbe generare un risparmio di circa 400 kWh/anno, dato che si trova in accordo con quanto definito dallo studio del progetto Selina.

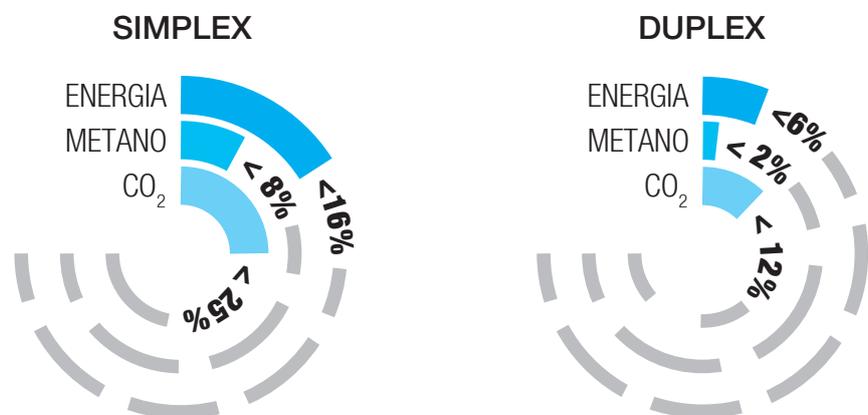
Una volta in possesso di tutti i dati necessari, per stilare un resoconto che determini l'efficienza dell'intervento di gestione e controllo automatici, si sono presi in esame gli appartamenti di cui sopra e si sono analizzate le differenze riscontrate tra l'impianto tradizionale e quello domotico.

Innanzitutto, consultando i risultati ottenuti ci si è resi conto che la differenza sostanziale, in materia di produzione e uso energetico, dipende strettamente dal valore del fabbisogno in

ingresso e in uscita alla generazione $Q_{h_{gen,in/out}}$

In media si è dunque registrata una riduzione dei consumi di energia pari al 16% nelle unità simplex e al 6% in quelle duplex; dal lato dei consumi di metano invece la percentuale di utilizzo

RIDUZIONE PERCENTUALE PER TIPOLOGIA



diminuisce dell'8% e del 2%; per quanto riguarda le emissioni di CO₂ infine, nei simplex si riducono del 25% e del 12%.

Il motivo per cui i risultati sono da considerare migliori nel caso delle unità più piccole è che i profili orari di queste ultime sono più favorevoli, determinando periodi di inattività dell'impianto più lunghi, ciò è dovuto alla categoria degli abitanti che generalmente tende ad occupare meno l'abitazione.

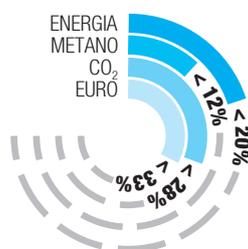
Scendendo nel dettaglio di ogni unità, mettendo a paragone lo stesso alloggio prima e dopo l'intervento del terzo scenario, le differenze evidenziate sono le seguenti.

Nei casi riguardanti i simplex, l'appartamento che ospita la studentessa, dal punto di vista energetico ha registrato un risparmio del 20% sui consumi energetici per il riscaldamento, del 12% per quelli di metano e infine una riduzione del 28% nella quantità di CO₂ emessa.

I RISULTATI

RISPARMI DA AUTOMAZIONE

	SCENARIO 2	STUDENTESSA
ENERGIA	4400 kWh/anno	3875 kWh/anno
METANO	421 Nm ³ /anno	370 Nm ³ /anno
CO ₂	878 kg/anno	773 kg/anno
EURO	486,60 €/anno	324,26 €/anno



Dal punto di vista economico questo si traduce in un risparmio pari del 33% sui costi finali per riscaldamento ed elettricità.

RISPARMI DA AUTOMAZIONE

	SCENARIO 2	ARCHITETTO
ENERGIA	4400 kWh/anno	3945 kWh/anno
METANO	421 Nm ³ /anno	377 Nm ³ /anno
CO ₂	878 kg/anno	787 kg/anno
EURO	486,60 €/anno	330,12 €/anno

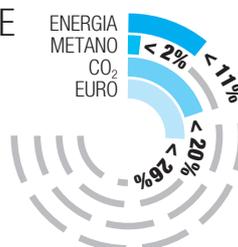


Nel caso dell'architetto, il risparmio sui consumi è del 18% sul riscaldamento e del 10% sul metano, determinando una riduzione del 27% di emissioni.

Il risparmio economico in questo caso è pari al 32%.

RISPARMI DA AUTOMAZIONE

	SCENARIO 2	LAVORATORE PART-TIME
ENERGIA	4400 kWh/anno	4298 kWh/anno
METANO	421 Nm ³ /anno	411 Nm ³ /anno
CO ₂	878 kg/anno	858 kg/anno
EURO	486,60 €/anno	359,66 €/anno



Per concludere il quadro relativo alle unità simplex, l'appartamento del lavoratore part-time risparmia l'11% e il 2% sui consumi di energia e metano e il 20% in emissioni, con conseguente risparmio economico del 26%.

Per quanto riguarda i duplex, in quello occupato dal pensionato e il lavoratore d'ufficio si riscontrano percentuali di riduzione dei consumi del 6% e del 2%, per energia e metano, e una riduzione del 12% di emissioni. A queste differenze, corrisponde un risparmio economico del 15%.

RISPARMI DA AUTOMAZIONE

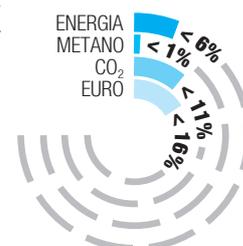
	SCENARIO 2	PENSIONATO E LAVORATORE
ENERGIA	8764 kWh/anno	8613 kWh/anno
METANO	838 Nm ³ /anno	824 Nm ³ /anno
CO ₂	1750 kg/anno	1719 kg/anno
EURO	851,78 €/anno	720,74 €/anno



Il duplex abitato dalla coppia formata dall'insegnante e il lavoratore part-time, invece, riduce i suoi consumi di energia e metano del 6% e dell'1% producendo l'11% di emissioni in meno. Anche qui, la riduzione sui costi finali è pari al 15%.

RISPARMI DA AUTOMAZIONE

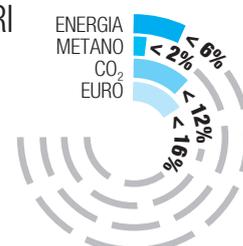
	SCENARIO 2	INSEGNANTE E LAVORATORE PART-TIME
ENERGIA	8764 kWh/anno	8661 kWh/anno
METANO	838 Nm ³ /anno	828 Nm ³ /anno
CO ₂	1750 kg/anno	1729 kg/anno
EURO	851,78 €/anno	724,76 €/anno



Infine, per il duplex della coppia di lavoratori si segnalano: una riduzione di energia per il riscaldamento del 7%; una dei consumi di metano del 2%; una del 12% di emissioni. Il risparmio economico, in questo caso è pari al 16%.

RISPARMI DA AUTOMAZIONE

	SCENARIO 2	COPPIA DI LAVORATORI
ENERGIA	8764 kWh/anno	8552 kWh/anno
METANO	838 Nm ³ /anno	818 Nm ³ /anno
CO ₂	1750 kg/anno	1707kg/anno
EURO	851,78 €/anno	715,64 €/anno



LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

.1

INTRODUZIONE AL TEMA
190

.2

METODO DI VALUTAZIONE
196

.3

PROCESSO DI VALUTAZIONE
200

INTRODUZIONE AL TEMA

Come si legge nel Rapporto annuale efficienza energetica, redatto da ENEA e fonte anche dei dati del primo capitolo, il consumo del settore costituito dagli edifici è pari al 40% del consumo energetico europeo.

Per questa ragione, è importante quindi ribadire quanto la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente possa risultare essenziale al fine di raggiungere gli obiettivi imposti dalla costituzione europea.

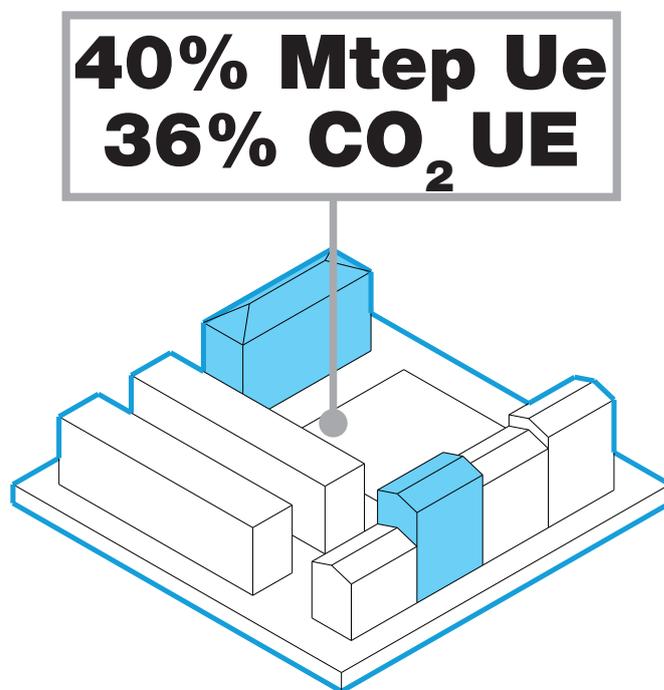
Prendendo in esame il caso italiano, molti centri urbani sono costituiti da edifici le cui prestazioni energetiche sono fuori dai limiti imposti dalle normative, per ragioni legate all'età delle costruzioni, le quali presentano senza dubbio segni di invecchiamento, ma anche per via delle qualità intrinseche dei materiali adottati all'epoca, nonché delle tecnologie costruttive del periodo.

Circa il 30% degli edifici italiani è datato precedente al 1945, il che ne fa per definizione edifici storici; inoltre, il D.lgs. 42/2004 Codice dei beni culturali e del paesaggio, considera l'1,8% di tali edifici come appartenenti al patrimonio culturale, in quanto caratterizzati da elementi architettonico-artistici oggetto di tutela e conservazione.

Con lo scopo di preservarne lo stato, alcuni di questi edifici storici ospitano musei, uffici amministrativi, istituti di credito o residenze, e per via delle loro caratteristiche è spesso difficile soddisfare i requisiti imposti per raggiungere livelli di comfort accettabili per la relativa destinazione d'uso^[87].

Le proprietà costruttive e la componente impiantistica di questi beni sono i soggetti principali nel caso di interventi di recupero, i quali, a prescindere dalla destinazione d'uso finale, implicano costi di investimento iniziali elevati (considerando la particolare progettazione necessaria dovuta ai vincoli normativi) che sommati ai costi di gestione inevitabilmente maggiori (più impianti significa più domanda e quindi più costi) ne riducono la fattibilità economica e scoraggiano gli investitori^[88].

Nonostante l'efficienza maggiore che deriverebbe dalla riqualificazione degli edifici costruiti tra il 1945 e 1990, resta comunque importante valorizzare e mantenere i caratteri che li connotano come testimonianza cul-



PRE 1945
1,8% = PATRIMONIO CULTURALE

87: M. Filippi, "Remarks on the green retrofitting of historic buildings in Italy," *Energy Build*, vol. 95, pp. 15–22, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.001>.

88: G. Ciulla, A. Galatioto, and R. Ricciu, "Energy and economic analysis and feasibility of retrofit actions in Italian residential historical buildings," *Energy Build*, vol. 128, pp. 649–659, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.044>.

89: G. Galbiati, F. Medici, F. Graf, and G. Marino, "Methodology for energy retrofitting of Modern Architecture. The case study of the Olivetti office building in the UNESCO site of Ivrea," *Journal of Building Engineering*, vol. 44, p. 103378, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103378>.

turale del loro valore storico^[89].

In questo caso, si possono distinguere beni che hanno perso la loro funzione originaria e che per tanto, al fine di conservare il loro posto all'interno del contesto urbano, necessitano di una nuova destinazione d'uso e beni per i quali è indispensabile una riqualificazione, anche dal punto di vista energetico.

Per entrambi i casi è doveroso considerare la fattibilità economica finanziaria degli interventi, ponendo attenzione anche alle restrizioni imposte dai valori originari.

Prolungarne la vita, favorendone un nuovo utilizzo, implica tuttavia dover porre maggiore attenzione nella scelta degli interventi da effettuare, per evitare che le soluzioni previste entrino in contrasto con il carattere storico originale del bene, e che i costi operativi e di manutenzione da sostenere post-intervento non risultino maggiori di quelli che comporterebbe la costruzione di un nuovo edificio^[90].

La riqualificazione degli edifici moderni e antichi, di interesse storico-architettonico, deve rispettare i valori connotanti i beni storici, garantire l'efficienza energetica e soddisfare la fattibilità economica e finanziaria.

Già quindici anni fa Sébastien Marot, filosofo e professore francese, sottolineava come il dovere dell'urbanistica, attualmente, non sia tanto quello di espandere il territorio alla maniera di Leon Battista Alberti, quanto quello di approfondirne la conoscenza, promuovendo un uso consapevole delle risorse in nostro possesso^[91].

Prendendo in esame tutti gli edifici della seconda metà del '900, che sorgono in centri storici fortemente bombardati durante la Seconda guerra mondiale, nelle periferie o nelle città industriali come quella di Ivrea, molti di questi sono l'espressione del movimento moderno e testimoni di modelli economici e socioculturali.

Infatti, tali beni sono da considerare i più vulnerabili all'interno del patrimonio storico-artistico italiano, in quanto non sempre beneficiano degli stessi diritti di tutela esplicitati nel codice 42 dei Beni culturali e del paesaggio, che prevede la salvaguardia di edifici privati che abbiano compiuto 50 anni e di edifici pubblici che ne abbiano 70.

Inoltre, a parità di investimento, nella maggior parte dei casi è più conveniente costruire un edificio nuovo rispetto a recuperarne uno esistente dell'epoca sopracitata. Questo a causa dello stato conservativo in cui spesso si trovano (abbandonati, obsoleti o degradati) e delle caratteristiche architettoniche del movimento moderno quali: quantità di superficie trasparente elevata; forme geometriche particolari; isolamento insufficiente o inesistente.

90: L. Schibuola, M. Scarpa, and C. Tambani, "Innovative technologies for energy retrofit of historic buildings: An experimental validation," *J Cult Herit*, vol. 30, pp. 147–154, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.09.011>.

91: Will Media, "Rinnovare gli edifici del 900. Il caso di Ivrea," *Città*. Spotify, Milan, May 16, 2022. Accessed: Aug. 23, 2022. [Online]. Available: <https://shor.by/tAZV>

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

La Città industriale di Ivrea si presta perfettamente come chiaro esempio di comunità i cui valori, instauratisi durante il periodo prolifico della compagnia fondata da Camillo Olivetti, con i suoi principi e la sua ricerca dal punto di vista sociale, si siano col tempo affievoliti fino a scomparire.

Approfondire quanto già edificato significa quindi riportare alla luce quell'identità che l'attuale popolazione eporediese non riconosce più, valorizzare l'ormai dimenticato valore socio-culturale legato al territorio, promuovendo l'eredità dell'impianto industriale che ha contribuito in passato a portare in alto il nome della città.

Nell'ottica di esaltare queste qualità, è necessario rendere più attrattivo il sito, attraverso una campagna di promozione sociale, culturale ed economica dell'area, agendo sullo stato degli edifici.

Dopo aver individuato gli edifici sui quali è necessario intervenire, è indispensabile definire le tipologie di intervento da applicare ad ogni specifico caso.

Uno degli aspetti da considerare, ad esempio, in relazione ai diversi mercati immobiliari, è se e in che misura una maggiore prestazione energetica porta a un valore di mercato maggiore, in grado di compensare i costi di investimento o di aumentare la redditività di quest'ultimo.

In alcuni mercati, la riqualificazione del patrimonio esistente può aumentare l'interesse anche degli investitori, con riflessi positivi anche di carattere territoriale^[92].

Gli interventi di retrofit energetico deve essere valutati con uno strumento in grado di misurarne la convenienza all'interno di un portafoglio di alternative.

Per questo è necessario rifarsi all'approccio del Whole Building Design, che considera il modo in cui i vari componenti dell'edificio interagiscono tra loro, tenendo quindi conto del contesto in cui si trovano, l'ambiente circostante, del suo involucro e del suo sistema di impianti.^[93]

Il Whole Building Design, coinvolgendo investitori, specialisti di tutti i settori i cui obiettivi siano stati anticipatamente esplicitati, permette di valutare economicamente gli interventi, aiutando la progettazione di edifici che siano più efficienti nei costi, sicuri, accessibili, flessibili, produttivi e sostenibili durante l'intero ciclo di vita.^[94]

La riqualificazione energetica del patrimonio edilizi presuppone che il costo di un intervento consideri tutti i costi susseguiti nel suo intero ciclo di vita, chiamato Whole Life Cost (WLC).

92: A. Barreca, R. Curto, G. Malavasi, and D. Rolando, "Energy Retrofitting for the Modern Heritage Enhancement in Weak Real Estate Markets: The Olivetti Housing Stock in Ivrea," *Sustainability*, vol. 14, no. 6, 2022, doi: 10.3390/su14063507.

93: H. Kim, A. Stumpf, and W. Kim, "Analysis of an energy efficient building design through data mining approach," *Autom Constr*, vol. 20, no. 1, pp. 37–43, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.07.006>.

94: D. Prowler and FAIA - Donald Prowler & Associates, "Whole Building Design," *Whole Building Design Guide*. <https://www.wbdg.org/resources/whole-building-design/> (accessed Aug. 23, 2022).

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Questo metodo considera, infatti, oltre ai costi di costruzione, anche i costi relativi all'investimento iniziale e quelli di manutenzione, tutti i costi e i risparmi energetici di esercizio, le esternalità; i costi non legati alla costruzione, come l'acquisizione del sito, le tasse o la progettazione; i ricavi; infine, i costi di dismissione a fine vita.



Da E. Fregonara, *Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*, basato su ISO/FDIS 15686 - Parte 5

Lo standard internazionale ISO 15686 – Parte 5, indica come all'interno del WLC vi sia un'ulteriore voce di costo, il Life cycle cost o costo globale (LCC, costo del ciclo di vita).

Quest'ultimo, infatti, è definito come la risultante dei costi di un bene e dei suoi componenti, al cui interno sono considerati anche i costi necessari per il mantenimento dei propri livelli di performance, durante il suo periodo di esercizio.

Il livello di performance dell'opera, relazionato ai costi, è rappresentato dal Cost optimal (costo ottimale), che rappresenta cioè il costo più basso da sostenere per raggiungere il livello di prestazione energetica ottimale, relativo all'intera vita dell'edificio e viene usato come criterio decisionale all'interno di un insieme di alternative.

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

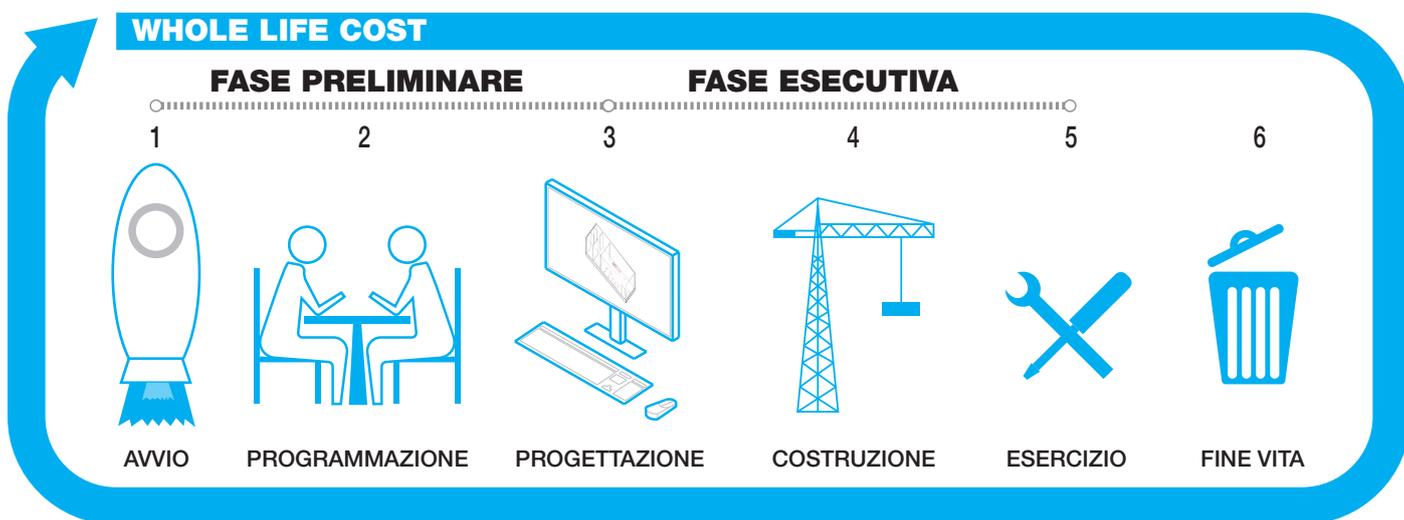
Ricapitolando, durante il suo ciclo di vita un bene incorre in:

- costi di acquisizione e costi di non costruzione;
- costi di costruzione;
- costi di esercizio;
- costi di manutenzione;
- costi di sostituzione;
- costi di fine vita.

Fatta chiarezza sulle voci di costo caratterizzanti le fasi del ciclo di vita dell'opera, il passo successivo è definirle.

Il ciclo di vita dell'edificio, all'interno della parte 5 dello standard ISO 15686, viene distinto in sei fasi⁹⁵:

- Fase 1: Avvio
- Fase 2: Programmazione
- Fase 3: Progettazione
- Fase 4: Costruzione
- Fase 5: Esercizio - manutenzione – sostituzione
- Fase 6: Fine vita – smaltimento



Da E. Fregonara, *Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*, basato su ISO/FDIS 15686 - Parte 5

L'approccio al progetto con questo tipo di strumento decisionale, basato sul concetto di costo totale dell'intera vita di un bene, compreso il suo smaltimento, permette una progettazione più sostenibile, sin dalle prime fasi progettuali.

Infatti, si ha la possibilità di analizzare diverse soluzioni alternative, confrontandole per ogni loro singolo componente, arrivando a definire la più sostenibile rispetto agli aspetti economici, ambientali e sociali.

95: E. Fregonara, *Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*. Milan: FrancoAngeli, 2015.

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

La analisi LCC risulta, in conclusione, uno strumento decisionale che, nel campo dell'edilizia, è in grado di fornire un quadro ampio di scenari tecnico-progettuali, funzionali, o di gestione, aiutando a individuare quali tra questi siano in grado offrire la migliore combinazione tra prestazione energetica, impatto ambientale e remuneratività dell'investimento la quale deve considerare anche valore finale del bene.

Nell'ambito del recupero edilizio, inteso come restauro architettonico o energetico, rappresenta la metodologia più adeguata completa per verificare simultaneamente gli impatti più significativi relativi alla riqualificazione energetica degli edifici di interesse storico e architettonico sia antichi che moderni.

È in grado di dimostrare che, per quanto un intervento possa sembrare più oneroso di un altro in termini economici relativi l'investimento iniziale, considerandone la gestione, ossia i costi di gestione, e i risparmi energetici, possa essere più conveniente di altri.

Come nel caso della realizzazione di un edificio nZeb, chiaro esempio di come la scelta di materiali più performanti e che seguano un processo di vita più circolare, provenendo da risorse rinnovabili e potendo pertanto a loro volta essere riutilizzati o riciclati, rappresenti una soluzione inizialmente più costosa, ma con costi di gestione nettamente inferiori durante il suo esercizio, con probabilità di ulteriore guadagno dovuto alla trasformazione del bene in risorsa al termine della sua vita.

Nel capitolo seguente verranno descritti i diversi indicatori di redditività utili a comprendere la fattibilità di un progetto e i dati necessari per calcolarli, successivamente verrà illustrato il processo applicato alla proposta progettuale sul caso studio di questa tesi e i risultati di questa ricerca.

METODO DI VALUTAZIONE

Come detto, alla base dell'analisi LCC si trova il *costo Globale*, il quale deriva dalla somma di tutti i costi annuali, capitalizzati e attualizzati al momento dell'analisi.

$$G_c = LCC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

N: orizzonte
temporale

t: periodi

C_t: costi annuali
attualizzati

r: saggio
di sconto

Per capire quali costi considerare, è necessario definire quelli che si definiscono Costi rilevanti, ovvero quelli che influenzano maggiormente il costo globale di ciascun'alternativa.

Innanzitutto si trova il costo iniziale dell'investimento, a cui si sommano i costi di gestione e quelli di manutenzione (in cui sono compresi i costi di smaltimento), calcolati separatamente e capitalizzati. Al precedente risultato si somma algebricamente il valore residuo del bene capitalizzato, ovvero nel caso al termine del ciclo di vita considerato, esso possa essere rimeso sul mercato causando quindi un guadagno, allora avrà segno positivo.

$$LCC = C_i + \sum_{t=0}^N \frac{C_g + C_m}{(1+r)^t} \pm V_r \left(\frac{1}{(1+r)^t} \right)$$

C_i: costo investimento
iniziale

C_g: costi annuali
di gestione

C_m: costi periodici
di manutenzione

V_r: valore residuo
al tempo N

Da questa base, si può analizzare nel dettaglio e definire la fattibilità economica di un'opera, attraverso degli indicatori di redditività, ognuno dei quali presenta determinate caratteristiche, ed è sviluppato per degli specifici casi^[96].

96: J. Schade, "Life cycle cost calculation models for buildings," Luleå, 2007. Accessed: Aug. 12, 2022. [Online]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1005357/FULLTEXT01.pdf>

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Il *valore attuale netto* (NPV, net present value), si ottiene dall'attualizzazione dei costi al momento di analisi, considerando le spese come i flussi positivi e i guadagni come quelli negativi, per ottenere il valore attuale del bene. È il più utilizzato tra i modelli di calcolo perché tiene in considerazione anche il variare del valore della moneta nel tempo.

Un valore positivo indica che il progetto è conveniente, ma non può essere usato nel caso di alternative con cicli di vita differenti.

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

N: orizzonte
temporale

t: periodi

C_t : costi annuali
attualizzati

r: saggio
di sconto

Per esaminare quanto un'alternativa sia più conveniente rispetto ad un'altra, l'indicatore utilizzato è quello che indica il *risparmio netto* (NS, net savings), dato dalla differenza tra il valore attuale netto delle diverse soluzioni, con un caso base.

$$NS = LCC_{\text{CASO BASE}} - LCC_{\text{ALTERNATIVA}}$$

Un altro indicatore molto utile a definire la fattibilità di un progetto se combinato con i precedenti, è il *periodo di rimborso* (payback period) che si distingue in due indicatori uno scontato e l'altro semplice (SPB, DPB).

Il primo indica il tempo necessario a rientrare dell'investimento iniziale, ma risulta poco accurato in quanto non tiene conto di inflazione e flussi di cassa, cosa che invece fa il secondo.

Per determinare il risparmio in fase di esercizio rispetto a quan-

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

$$SPB = \frac{U_i}{Em_a}$$

U_i : investimento
iniziale

Em_a : entrate medie
annue

$$DPB = F + \frac{A}{NO}$$

F: ultimo periodo con
flusso di cassa
scontato cumulato
negativo

A: valore assoluto del
flusso di cassa
cumulato scontato
al fine periodo F

NO: valore flusso di cassa
cumulato non scontato
da dopo periodo F

to si è speso inizialmente si calcola il valore del *rapporto tra il risparmio e l'investimento* (SIR, saving to investment ratio).

Infine, per valutare il guadagno annuale determinato da un pro-

$$SIR = \frac{O_s}{A_i}$$

O_s : operational savings,
risparmi fase esercizio

A_i : additional investment cost,
costi d'investimento aggiuntivi

getto si calcola il *tasso interno di rendimento* (AIRR, adjusted internal rate of return) e va riferito all'intero periodo preso in considerazione^[94].

Nell'ottica di ottenere questi indicatori, è necessario essere a

$$AIRR = (1 + r) (SIR)^{1/N} - 1$$

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

conoscenza di diverse tipologie di dati. Molto importanti senza dubbio sono i dati relativi ai costi, come visto in precedenza, ma altrettanto importanti possono risultare ad esempio i dati relativi agli usi da parte degli utenti; quelli che identificano geometricamente l'opera; dati prestazionali e di qualità dei componenti.

Tali dati possono essere risultato di elaborazioni, ricerche o analisi di casi simili.

PROCESSO DI VALUTAZIONE

Per svolgere la valutazione economica si sono innanzitutto suddivisi gli interventi secondo gli scenari descritti precedentemente.

Dovendo determinare la soluzione più conveniente si è paragonato ogni scenario con uno scenario di partenza, definito come Caso Base, ovvero lo stato di fatto.

Tramite quindi un'analisi LCC dello stato di fatto si è potuto definire il suo valore attuale netto NPV, adottando gli attuali costi di gestione, lo stesso periodo di calcolo, 20 anni, e lo stesso saggio di attualizzazione del 2,5% sia per il caso base che per gli scenari.

Considerato il momento di incertezza legato alla situazione che si sta vivendo attualmente, che negli ultimi anni ha visto i prezzi dei materiali, quelli delle materie prime crescere smisuratamente, è stata svolta un'analisi a prezzi costanti, con la consapevolezza che i prezzi attuali influenzerebbero notevolmente sia i costi di gestione che i risparmi.

Inoltre, non è stato considerato il tasso di inflazione, il quale negli ultimi quattro anni è aumentato dell'85%, passando dal valore medio di 1,1% del 2018, a quello attuale del 6,5% nel 2022^[98].

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

STATO DI FATTO

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti

-

Costi rilevanti

-

Totale

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione

		€/anno
Spese per manutenzione ordinaria	<i>8% su gestione</i>	11.977,30
Accantonamento per riparazioni/sostituzioni	<i>1% su gestione</i>	1.497,16

Totale 13.474,46

Costi di gestione

	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	1.081.941	0,13	138.393,46
Spese per energia elettrica	36.032	0,28	9.944,69
Spese illuminazione parti comuni	4.993	0,28	1.378,12

Totale 149.716,27

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base

-

Totale

COSTI DI FINE VITA

-

Totale

FLUSSO DEI COSTI

Saggio di attualizzazione	annuo 2,50%
NPV	€ 2.544.006,90

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Per ciascuno scenario, si sono considerati come costi non rilevanti quelli riguardo l'isolamento della copertura, la sostituzione degli elementi della facciata continua e tutti i costi di cantiere nonché quelli di smaltimento degli scarti di cantiere, in quanto comuni a tutti gli scenari e quindi non influenti sul loro costo finale d'investimento.

Tali costi, sono stati calcolati tramite un computo metrico estimativo basato sul prezzario DEI e sul Prezzario della Regione Piemonte per Recupero Ristrutturazione e Manutenzione edilizia, con prezzi aggiornati al secondo semestre del 2022.

In dettaglio si è stimato che il costo totale di ogni intervento fosse pari a:

<i>COSTI NON RILEVANTI</i>		
Isolamento Copertura		641.838,44
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua		658.724,72
Ponteggi e smaltimento	16% su costi intervento copertura e serramenti	208.090,11
Totale		1.508.653,27
Spese tecniche e spese generali di intervento		150.865,33
Totale		1.659.518,60

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

SCENARIO 1

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti			
		€	
Isolamento Copertura		641.838,44	
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua		658.724,72	
Ponteggi e smaltimenti <i>16% su costi intervento copertura e serramenti</i>		208.090,11	
Totale		1.508.653,27	

Costi rilevanti

-

Totale

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione			€/anno
Spese per manutenzione ordinaria	<i>8% su risparmi</i>		6.133,53
Accantonamento per riparazioni/sostituzioni	<i>1% su costi efficientamento</i>		16.595,19
Totale			22.728,72

Costi di gestione

	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	482552	0,13	61.724,29
Spese per energia elettrica	36031,5	0,28	9944,69
Spese illuminazione parti comuni	4993,2	0,28	1.378,12
Totale			73.047,11

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base		€/anno
Spese per riscaldamento e ACS		76.669,17
Totale		76.669,17

COSTI DI FINE VITA

	m ²	€/m ²	€
Smontaggio e smaltimento serramenti	1.371	22,69	31.101,18
Rimozione e smaltimento materiali coibenti	3.733	3,31	12.356,23
Totale			43.457,41

FLUSSO DEI COSTI

Saggio di attualizzazione	annuo	2,50%
NPV		€ 3.079.000,06

Il primo scenario prevede un investimento di 1659518,60 € e un risparmio medio annuo di 76669,17 €. Questo determina un tempo di ritorno dell'investimento SPB pari a 21,65 anni ed un tasso di rendimento annuo di 0,92.

SIR = 0,92

SPB = 21,65

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Nel secondo scenario, a fronte di un investimento iniziale pari a 1819976,60 €, i risparmi generati equivalgono a 85854,67 €. Il SPB in questo caso risulta di 20,45 anni con un rapporto tra ritorno medio annuo e capitale investito di 0,98.

SIR = 0,98

SPB = 20,45

SCENARIO 2

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti	€
Isolamento Copertura	641.838,44
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua	658.724,72
Ponteggi e smaltir <i>16% su costi intervento copertura e serramenti</i>	208.090,11
Totale	1.508.653,27

Costi rilevanti

	€
Sostituzione impianto di generazione: Caldaia a Condesazione	160.458,00
Totale	160.458,00

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione	€/anno
Spese per manutenzione ordinaria <i>8% su risparmi</i>	6.868,37
Accantonamento per riparazioni/sostituzi <i>1% su costi efficientamento</i>	18.199,77
Totale	25.068,14

Costi di gestione

	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	410741	0,08	34.371,17
Spese per energia elettrica	36401,5	0,28	10.046,81
Spese illuminazione parti comuni	4993,2	0,28	1.378,12
Totale			45.796,11

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	85.854,67
Totale	85.854,67

COSTI DI FINE VITA

	m ²	€/m ²	€
Smontaggio e smaltimento serramenti	1.371	22,69	31.101,18
Rimozione e smaltimento materiali coibenti	3.733	3,31	12.356,23
Rimozione e smontaggio impianto Caldaia			791,07
Totale			44.248,48

FLUSSO DEI COSTI

Saggio di attualizzazione	annuo
	2,50%
NPV	€ 2.736.916,79

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

SCENARIO 3

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti	€
Isolamento Copertura	641.838,44
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua	658.724,72
Ponteggi e smaltin <i>16% su costi intervento copertura e serramenti</i>	208.090,11
Totale	1.508.653,27

Costi rilevanti	€
Sostituzione impianto di generazione: Caldaia a Condesazione	160.458,00
Integrazione impianti tramite sistema di gestione automatica	879.203,18
Totale	1.039.661,18

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione	€/anno
Spese per manutenzione ordinaria <i>8% su risparmi</i>	7.949,58
Accantonamento per riparazioni/sostituzi <i>1% su costi efficientamento</i>	26.991,80
Totale	34.941,38

Costi di gestione	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	390909	0,08	32.711,58
Spese illuminazione parti comuni	1674,3	0,28	1.378,12
Totale			34.089,70

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	88.391,47
Spese per energia elettrica	9.944,69
Spese illuminazione parti comuni	1.033,59
Totale	99.369,75

COSTI DI FINE VITA

	m ²	€/m ²	€
Smontaggio e smaltimento serramenti	1.371	22,69	31.101,18
Rimozione e smaltimento materiali coibenti	3.733	3,31	12.356,23
Rimozione e smontaggio impianto Caldaia			791,07
Rimozione impianto automatico	4.895	2,64	12.922,80
Totale			57.171,28

FLUSSO DEI COSTI

Saggio di attualizzazione	annuo
	2,50%
NPV	€ 3.594.352,75

L'ultimo caso, il più oneroso in quanto a investimento iniziale, vede un risparmio medio annuo sui costi di gestione di 99369,75 €. Il tempo di ritorno in questo caso è il più lungo, 27,16 anni e il rendimento annuo il più basso 0,76.

SIR = 0,74

SPB = 27,16

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Considerato l'obiettivo iniziale di accedere alle agevolazioni fiscali del Superbonus 110%, si è deciso di valutare separatamente un'alternativa in cui fossero applicate, in quanto i requisiti necessari per ottenerle sono soddisfatti.

In particolare, permette di detrarre:

per gli interventi di isolamento termico, 30000 € per le prime otto unità abitative e 20000 € per le restanti;

per gli interventi di miglioramento degli elementi trasparenti, 54545 € per unità abitativa;

per gli impianti di generazione, è prevista una detrazione di 20000 € per le prime otto unità abitative, 15000 € per le restanti; infine, per gli impianti di building automation la detrazione per unità abitativa è 13636,36 €.

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

SCENARIO 1

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti			€
Isolamento Copertura			641.838,44
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua			658.724,72
Ponteggi e smaltimer <i>16% su costi intervento copertura e serramenti</i>			208.090,11
Totale			1.508.653,27
Costi rilevanti			
-			

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione			€/anno
Spese per manutenzione ordinaria	<i>8% su risparmi</i>		6.133,53
Accantonamento per riparazioni/sostituzioni	<i>1% su costi efficientamento</i>		16.595,19
Totale			22.728,72

Costi di gestione

	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	482552	0,13	61.724,29
Spese per energia elettrica	36031,5	0,28	9944,69
Spese illuminazione parti comuni	4993,2	0,28	1.378,12
Totale			73.047,11

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base			€/anno
Spese per riscaldamento e ACS			76.669,17
Totale			76.669,17

Detrazioni Fiscali

Superbonus 110%	€ x u.a.	€
sostituzione serramenti e facciata continua	54.545,45	658.724,72
isolamento copertura	20.000,00	641.838,44
	30.000,00	
Totale		1.300.563,16

COSTI DI FINE VITA

	m ²	€/m ²	€
Smontaggio e smaltimento serramenti	1.371	22,69	31.101,18
Rimozione e smaltimento materiali coibenti	3.733	3,31	12.356,23
Totale			43.457,41

FLUSSO DEI COSTI

Saggio di attualizzazione	annuo	
	2,50%	
NPV		€ 3.079.000,06

Le agevolazioni fiscali, nello scenario uno, ne migliorano il rapporto tra risparmio annuo ed investimento, portandolo a 3,54. Anche il tempo di ritorno dell'investimento migliora notevolmente, riducendosi a 4,68 anni.

SIR = 3,54

SPB = 4,68

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

SCENARIO 2

Nello scenario due, si sottolinea un miglioramento del SIR che sale a 5,83. Il SPB diventa il più vantaggioso tra le alternative, scendendo a 3,43 anni.

SIR = 5,54

SPB = 3,61

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti

	€
Isolamento Copertura	641.838,44
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua	658.724,72
Ponteggi e smaltir <i>16% su costi intervento copertura e serramenti</i>	208.090,11

Totale 1.508.653,27

Costi rilevanti

	€
Sostituzione impianto di generazione: Caldaia a Condesazione	160.458,00

Totale 160.458,00

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione

	€/anno
Spese per manutenzione ordinaria <i>8% su risparmi</i>	6.868,37
Accantonamento per riparazioni/sostituzi <i>1% su costi efficientamento</i>	18.199,77

Totale 25.068,14

Costi di gestione

	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	410741	0,08	34.371,17
Spese per energia elettrica	36401,5	0,28	10.046,81
Spese illuminazione parti comuni	4993,2	0,28	1.378,12

Totale 45.796,11

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base

	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	85.854,67

Totale 85.854,67

Detrazioni Fiscali

Superbonus 110%	€ x u.a.	€
sostituzione serramenti e facciata continua	54.545,45	658.724,72
isolamento copertura	20.000,00	641.838,44
sostituzione impianto di generazione	30.000,00	160.458,00
	27.272,72	160.458,00

Totale 1.461.021,16

COSTI DI FINE VITA

	m ²	€/m ²	€
Smontaggio e smaltimento serramenti	1.371	22,69	31.101,18
Rimozione e smaltimento materiali coibenti	3.733	3,31	12.356,23
Rimozione e smontaggio impianto Caldaia			791,07

Totale 44.248,48

FLUSSO DEI COSTI

Saggio di attualizzazione	annuo
	2,50%
NPV	€ 2.736.916,79

LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

SCENARIO 3

COSTI DI EFFICIENTAMENTO

Costi non rilevanti		€
Isolamento Copertura		641.838,44
Sostituzione Serramenti e Facciata Continua		658.724,72
Ponteggi e smaltimento	16% su costi intervento copertura e serramenti	208.090,11

Totale 1.508.653,27

Costi rilevanti

		€
Sostituzione impianto di generazione: Caldaia a Condesazione		160.458,00
Integrazione impianti tramite sistema di gestione automatica		879.203,18

Totale 1.039.661,18

COSTI OPERATIVI

Costi di manutenzione

		€/anno
Spese per manutenzione ordinaria	8% su risparmi	7.949,58
Accantonamento per riparazioni/sostituzioni	1% su costi efficientamento	26.991,80

Totale 34.941,38

Costi di gestione

	kWh/anno	€/kWh	€/anno
Spese per riscaldamento e ACS	390909	0,08	32.711,58
Spese illuminazione parti comuni	1674,3	0,28	1.378,12

Totale 34.089,70

RISPARMI

Risparmi su costi di gestione dello scenario base

		€/anno
Spese per riscaldamento e ACS		88.391,47
Spese per energia elettrica		9.944,69
Spese illuminazione parti comuni		1.033,59

Totale 99.369,75

Superbonus 110%		€ x u.a.	€
sostituzione serramenti e facciata continua		54.545,45	658.724,72
isolamento copertura	20.000,00	30.000,00	641.838,44
sostituzione impianto di generazione		27.272,72	160.458,00
su Integrazione impianti		13636,36%	879.203,18

Totale 2.340.224,34

COSTI DI FINE VITA

	m ²	€/m ²	€
Smontaggio e smaltimento serramenti	1.371	22,69	31.101,18
Rimozione e smaltimento materiali coibenti	3.733	3,31	12.356,23
Rimozione e smontaggio impianto Caldaia			791,07
Rimozione impianto automatico	4.895	2,64	12.922,80

Totale 57.171,28

FLUSSO DEI COSTI

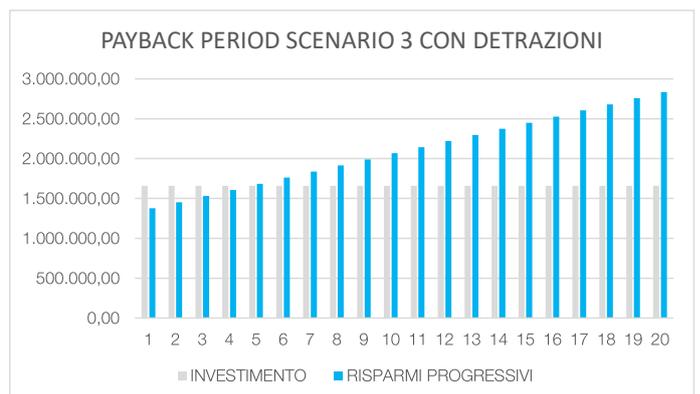
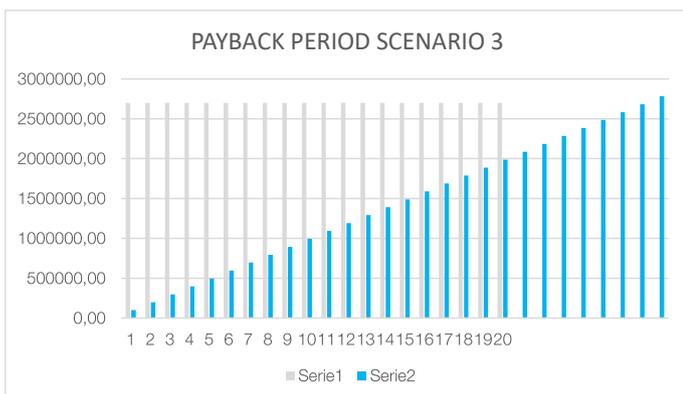
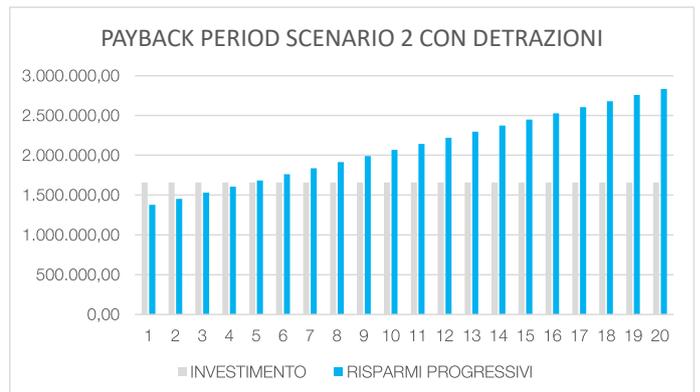
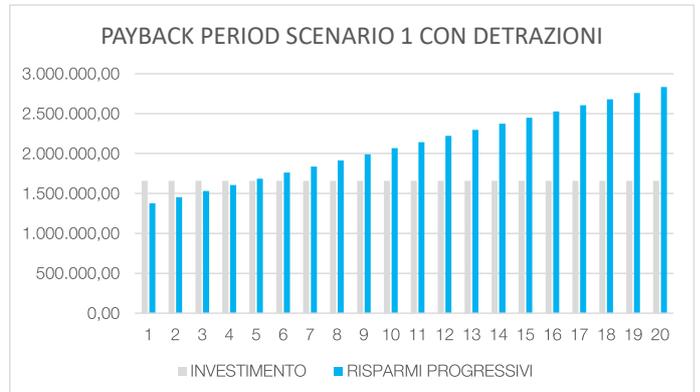
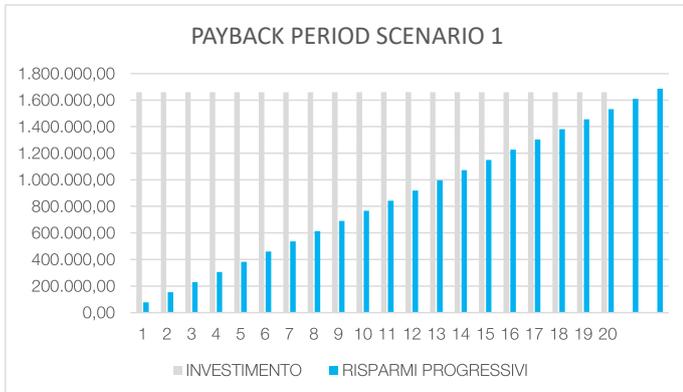
Saggio di attualizzazione	annuo	2,50%
NPV		€ 3.594.352,75

Infine, per quanto riguarda lo scenario tre, il SIR aumenta a 5,54 mentre il SPB, che prima era il più elevato tra le opzioni, ora è pari a 3,61 anni, il secondo migliore.

SIR = 5,83

SPB = 3,43

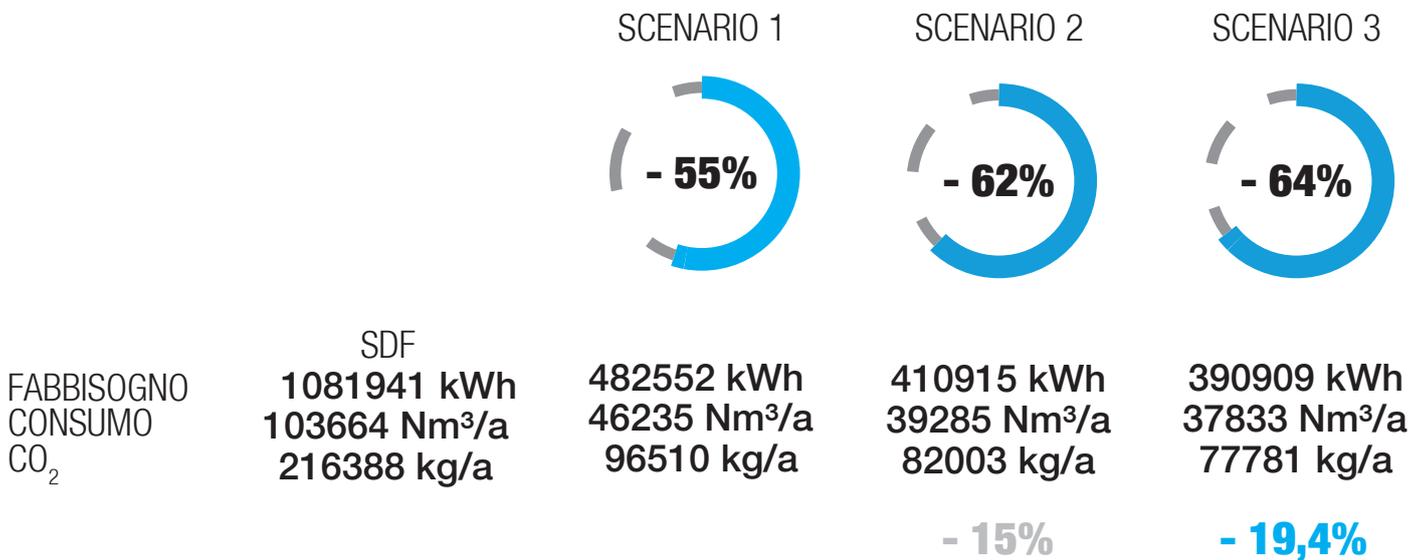
LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA



LA SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Sulla base dei dati precedenti, in entrambi i casi, che si considerino o meno le agevolazioni fiscali, la migliore alternativa è rappresentata dallo scenario due, che al tempo stesso presenta il valore attuale netto più basso, il rapporto tra risparmi medi annui e investimento iniziale maggiore e permette un tempo di ritorno del capitale investito più breve.

Tuttavia, considerando la componente ambientale, ovvero la quantità di emissioni annue di CO₂, la soluzione a cui corrisponde il valore minore, come visto, è quella dello scenario 3.



SIONI **CCO**
CCO



NCCLU.

**CONSIDERAZIONI
FINALI**

41

CONCLUSIONI

CONSIDERAZIONI FINALI

Va premesso che la riqualificazione energetica di Talponia esemplifica le problematiche che si devono affrontare negli interventi di retrofit sul patrimonio appartenente alla seconda metà del 900, se ne si caratterizza il valore storico-architettonico.

Venendo alle considerazioni riguardo al mantenimento dei caratteri architettonici dell'Unità residenziale Ovest, che costituisce un caso emblematico delle architetture moderne, sebbene il profilo individuato per la sostituzione del curtain wall differisca leggermente nella sua sezione trasversale, l'immagine finale complessiva del prospetto non risulta particolarmente compromessa, o perlomeno può essere sottoposta alla discussione critica anche da parte degli organi di tutela.

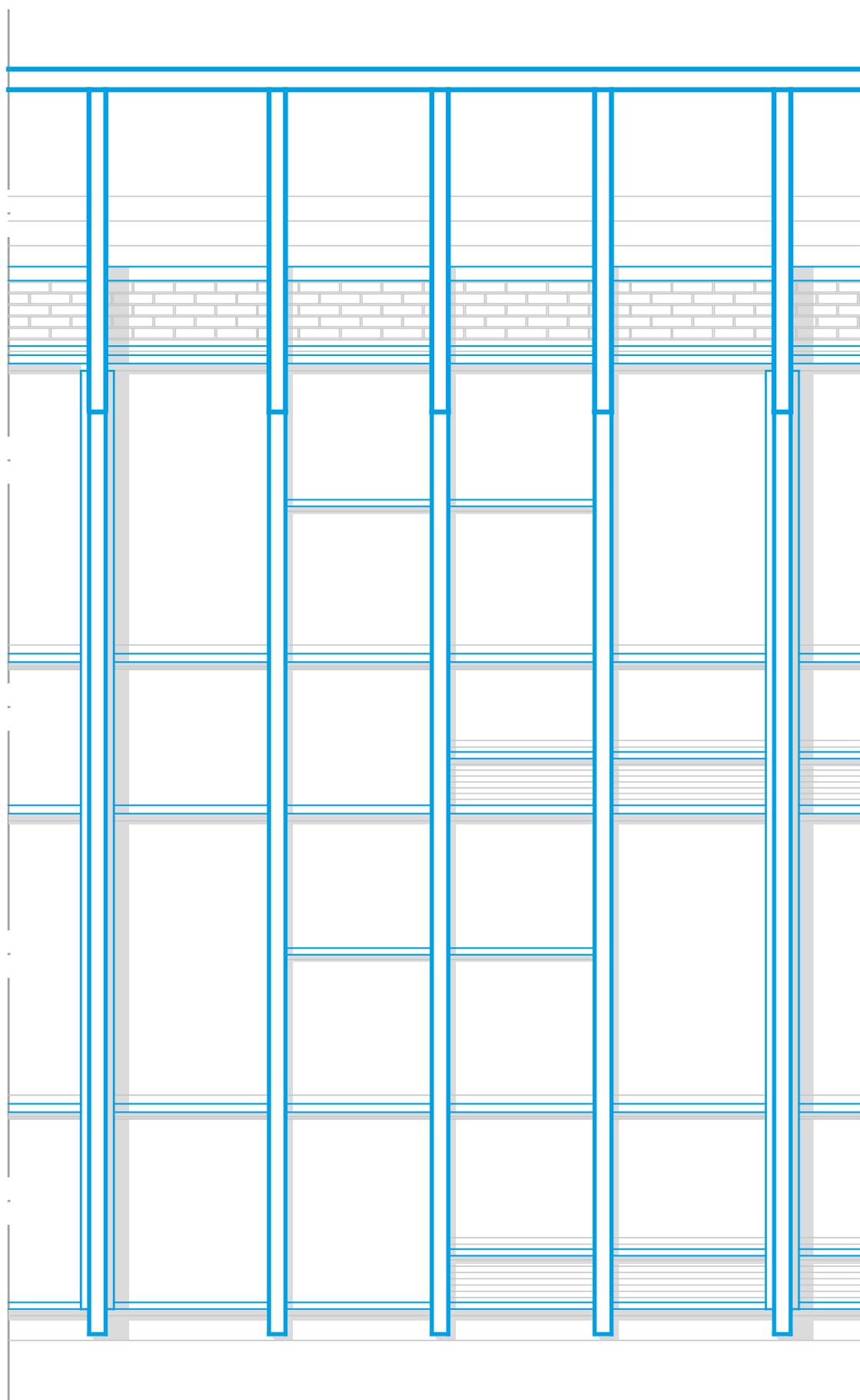
Senza dubbio rappresenta un'alternativa solo in parte considerevole conservativa, ma che va tuttavia considerata rispetto al possibile evolvere in futuro dell'attuale degrado e alla devalorizzazione, che porterebbe a un probabile abbandono dovuto di costi di mantenimento insostenibili, fino "alla perdita" comunque dei suoi caratteri connotanti dal punto di vista architettonico.

L'attuale impronta ambientale del sistema edificio-impianto è decisamente "sbilanciata" verso valori negativi delle prestazioni energetiche, a fronte delle quali un intervento di valorizzazione energetica come quello descritto potrebbe risultare un fattore chiave nella preservazione dell'ambiente, da cui dipende fortemente il progetto originale di Gabetti e Isola, che nasce con la forte volontà di riconnettere macchina, uomo e natura.

Il lavoro svolto in questa tesi mira, infatti, a non focalizzarsi solo sull'edificio, ma a enfatizzare il suo rapporto con la natura, con l'obiettivo di bilanciare istanze di natura differente, con cui il costo ottimale deve confrontarsi, e trovare un equilibrio tra la tutela delle connotazioni storico-architettoniche, la fattibilità economica e finanziaria e le performance energetiche, a partire dal fatto che le architetture moderne sono sotto questo aspetto particolarmente fragili.

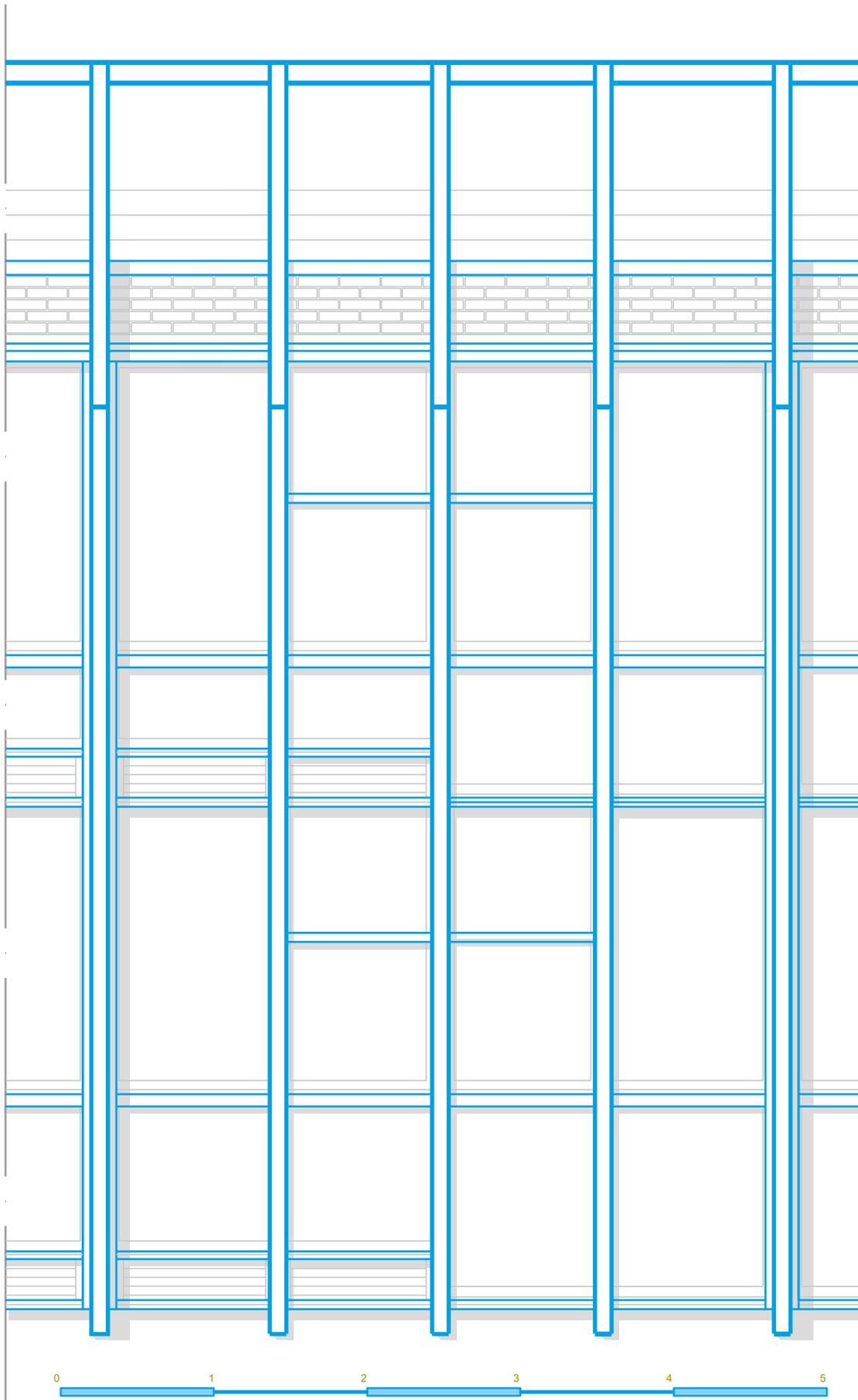
CONSIDERAZIONI FINALI

STATO DI FATTO



CONSIDERAZIONI FINALI

INTERVENTO



BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

4.2

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

6 macro Categorie e relativi Crediti associati. (s.d.). I Crediti LEED® Nella Valutazione Di Un Progetto. Recuperato 21 giugno 2022, da <https://www.certificazioneleed.com/edifici/>

AA. VV. (1957). Jeunes architectes dans le monde: R.Gabetti (1925), A.Oreglia d'Isola (1928). In L'Architecture d'aujourd'hui (Vol. 73).

Adriano Olivetti. (1955). Inaugurazione stabilimento Olivetti Pozzuoli.

Agenzia delle entrate. (s.d.). Superbonus 110%. Aree Tematiche. Recuperato 15 giugno 2022, da <https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/superbonus-110%25>

Apple Italia. (2022, gennaio 17). Apple Watch Series 7 | Chiamata d'emergenza | Mountain bike. Youtube. <https://youtu.be/02PkouYBfhc>

Arias García, J., & Jiménez Ibiricu, M. Á. (2013). KNX for LEED: Enhancing LEED certification through implementing KNX technology (Prima edizione). KNX Association cvba.

Barreca, A., Curto, R., Malavasi, G., & Rolando, D. (2022). Energy Retrofitting for the Modern Heritage Enhancement in Weak Real Estate Markets: The Olivetti Housing Stock in Ivrea. Sustainability, 14(6). <https://doi.org/10.3390/su14063507>

Besson, L. (1997, ottobre 30). Il quinto elemento. Gaumont.

Bruyninckx Hans. (2020). SIGNALS 2020 - Towards zero pollution in Europe (Hans Bruyninckx, A c. Di; pagg. 13–17). <https://doi.org/10.2800/40627>

Bticino S.p.a. (s.d.). Guida all'installazione e Catalogo. In My Home_Up L'evoluzione della domotica. Recuperato 6 giugno 2022, da www.bticino.it

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Caretto Buffo, A. (2006). Unità residenziale ovest di R. Gabetti e A. Isola ad Ivrea : conservazione e innovazione / Anna Caretto Buffo ; rel. Liliana Bazzanella, Carlo Giammarco. In Unità residenziale ovest di R. Gabetti e A. Isola ad Ivrea conservazione e innovazione.

Carotti, A. (2009). La domotica per l'efficienza energetica (Prima edizione). Maggioli Editore.

Charara, S. (2018, gennaio 26). The movie smart homes and apartments we desperately want to live in. The Ambient - Inspiration. <https://www.the-ambient.com/features/movie-smart-homes-we-wish-we-could-live-in-286>

Ciulla, G., Galatioto, A., & Ricciu, R. (2016). Energy and economic analysis and feasibility of retrofit actions in Italian residential historical buildings. *Energy and Buildings*, 128, 649–659. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.044>

Cohen, J., Frink, J., Payne, D., & Omine, C. (2001, settembre 6). The Simpsons 13x01 - La paura fa novanta XII. FOX.

Comune di Ivrea. (s.d.-a). Asilo nido. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/asilo-nido/>

Comune di Ivrea. (s.d.-b). Casa popolare di Borgo Olivetti. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/casa-popolare-di-borgo-olivetti/>

Comune di Ivrea. (s.d.-c). Case per Dirigenti. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-per-dirigenti/>

Comune di Ivrea. (s.d.-d). Case per Famiglie Numerose. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-per-fami->

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

glie-numerose

Comune di Ivrea. (s.d.-e). Case Quattro Alloggi. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-quattro-alloggi>

Comune di Ivrea. (s.d.-f). Case UCCD Olivetti. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/case-uccd-olivetti/>

Comune di Ivrea. (s.d.-g). Centrale termica. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/centrale-termica/>

Comune di Ivrea. (s.d.-h). Centro dei Servizi Sociali. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 18 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/centro-dei-servizi-sociali/>

Comune di Ivrea. (s.d.-i). Centro Studi ed Esperienze Olivetti. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/centro-studi-ed-esperienze-olivetti/>

Comune di Ivrea. (s.d.-j). Edificio 18 Alloggi. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/edificio-18-alloggi/>

Comune di Ivrea. (s.d.-k). Edificio Ex Sertec. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/edificio-ex-sertec/>

Comune di Ivrea. (s.d.-l). Ex Falegnameria. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/ex-falegnameria/>

Comune di Ivrea. (s.d.-m). Mensa Aziendale e Circolo Creativo.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/mensa-aziendale-e-circolo-ricreativo/>

Comune di Ivrea. (s.d.-n). Nuovo Palazzo Uffici Olivetti . Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/nuovo-palazzo-uffici-olivetti/>

Comune di Ivrea. (s.d.-o). Officine ICO. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 17 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/officine-ico>

Comune di Ivrea. (s.d.-p). Palazzo Uffici Olivetti . Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/palazzo-uffici-olivetti/>

Comune di Ivrea. (s.d.-q). Unità Residenziale Ovet (Talponia). Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/unita-residenziale-ovest-talponia/>

Comune di Ivrea. (s.d.-r). Villa Cappellaro. Ivrea, Industrial City of the 20th Century. Recuperato 23 maggio 2022, da <https://www.ivreacittaindustriale.it/i-beni/villa-capellaro/>

Comune di Ivrea. (2013). Normativa per gli interventi sugli edifici MAAM e loro pertinenze. In Regolamento Edilizio. Comune di Ivrea.

Corsetti, M. (2006a). Past future houses. In P. Martegani (A c. Di), Digital habitat. Evolving architecture international network (pagg. 44–51). Mancosu Editore. https://www.academia.edu/353369/Past_Future_Houses_Breve_cronologia_delle_esperienze_del_Ventesimo_secolo_sulla_Casa_del_Futuro

Corsetti, M. (2006b). Past Future Houses. Breve cronologia

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

delle esperienze del Ventesimo secolo sulla Casa del Futuro (P. Martegani, A c. Di; Mancosu Editore). Mancosu Editore. https://www.academia.edu/353369/Past_Future_Houses_Breve_cronologia_delle_esperienze_del_Ventesimo_secolo_sulla_Casa_del_Futuro

CTI - Comitato Termotecnico Italiano. (2014). Specifica tecnica UNI/TS 11300.

Edilclima s.r.l. (s.d.). EC700 - Calcolo prestazioni energetiche degli edifici. EC700 - Calcolo Prestazioni Energetiche Degli Edifici. Recuperato 13 giugno 2022, da <https://www.edilclima.it/software-termotecnica/prog-termotecnica-energetica/scheda/700>

Edwards, B. (1968, aprile 4). The party. The mirisch corporation.

ENEA. (2020). RAPPORTO ANNUALE EFFICIENZA ENERGETICA 2020. www.energiaenergetica.enea.it.

ENEA. (2022, maggio 18). Online EPREL. Online EPREL, La Banca Dati Europea Su Etichette Energetiche Elettrodomestici. <https://www.energiaenergetica.enea.it/vi-segnaliamo/online-eprel-la-banca-dati-europea-su-etichette-energetiche-elettrodomestici.html>

Filippi, M. (2015). Remarks on the green retrofitting of historic buildings in Italy. *Energy and Buildings*, 95, 15–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.001>

Frank Lloyd Wright Foundations. (2019, giugno 13). A Showcase of Ideas: Taliesin Associated Architect Charles Schiffner's House of the Future. The Whirling Arrow. <https://franklloydwright.org/a-showcase-of-ideas-taliesin-associated-architect-charles-schiffners-house-of-the-future/>

Fregonara, E. (2015a). Valutazione sostenibilità progetto. *Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali*. FrancoAngeli.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Fregonara, E. (2015b). Valutazione sostenibilità progetto. Life Cycle Thinking e indirizzi internazionali. FrancoAngeli.

Galbiati, G., Medici, F., Graf, F., & Marino, G. (2021). Methodology for energy retrofitting of Modern Architecture. The case study of the Olivetti office building in the UNESCO site of Ivrea. *Journal of Building Engineering*, 44, 103378. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103378>

Girmi. (1968). Pubblicità Girmi. RAI. <https://www.youtube.com/watch?v=T3pOUYeQQHI>

Hanna, W., & Barbera, J. (1962). The Jetsons. ABC.

Immobiliare Parco del Valentino s.r.l. (s.d.). 25 Verde. Recuperato 24 maggio 2022, da <http://www.25verde.com>

Isola, A. (2014, maggio 26). Aimaro Isola racconta l'Olivetti Residenziale Ovest. *Isolarchitetti*. <https://youtu.be/36-AqsEOe2s>

SPRA. (2018). Qualità dell'ambiente urbano – XIV Rapporto (2018).

Joint Research Centre. (2006). The 2006 Well-To-Tank.

Jonze, S. (2013, ottobre 12). Her. Annapurna Pictures.

Kennedy, J. F. (1961). Programma Apollo. In Congresso degli Stati Uniti.

Kim, H., Stumpf, A., & Kim, W. (2011). Analysis of an energy efficient building design through data mining approach. *Automation in Construction*, 20(1), 37–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.07.006>

Kindle, C. (2016). CEDIA.

Kriss, J. (2014, agosto 6). The definition of green building. What Is Green Building? <https://www.usgbc.org/articles/what-gre>

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

en-building

Kubrik, S., & Clarke, A. (1968, aprile 2). 2001: Odissea nello spazio. Metro-Goldwyn-Mayer.

Lane, R. (s.d.). The living House. The Site Magazine. Recuperato 20 settembre 2021, da <https://www.thesitemagazine.com/read/living-house>

Lineeverdi. (s.d.). 25 verde. Recuperato 25 agosto 2022, da <http://www.lineeverdi.com/portfolio/25-verde/>

Louis, J.-N., Calo, A., Leiviskä, K., & Pongrácz, E. (2015). Environmental Impacts and Benefits of Smart Home Automation: Life Cycle Assessment of Home Energy Management System. *IFAC-PapersOnLine*, 48(1), 880–885. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.05.158>

Merin, G. (2019, febbraio 9). AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller. ArchDaily. <<https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller>>

Ministero della Giustizia. (2015). Decreto Requisiti Minimi - Appendice B, Allegato 1, Capitolo 4. In Supplemento ordinario n. 39 alla GAZZETTA UFFICIALE. Ministero della Giustizia. https://www.gazzettaufficiale.it/do/atto/serie_generale/caricaPdf?c-dimg=15A0519800100010110003&dgu=2015-07-15&art.dataPubblicazioneGazzetta=2015-07-15&art.codiceRedazionale=15A05198&art.num=1&art.tiposerie=SG

Monosilio, F., Altieri, G., Bocognani, R., Colopardi, E., Manni, F., Nurra, M. G., Riccardelli, E., Sabatini, ,Amelia, & Ranieri, B. (2019). L'Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni. In Affari economici e Centro studi. ANCE. www.sbloccacantieri.it

Monosilio, F., Altieri, G., Colopardi, E., Manni, F., Gra-Zia Nurra,

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

M., Riccardelli, E., Sabatini, A., & Ranieri, B. (2020). Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni. In Affari Economici e Centro Studi. ANCE. www.ance.it

Monosilio, F., Altieri, Gi., Colopardi, E., Manni, F., Muscarnera, A., Nurra, M. G., Riccardelli, E., Sabatini, A., & Ranieri, B. (2021). Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni. In Affari Economici, Finanza e Centro Studi dell'Ance. ANCE. www.ance.it

New York City Link. (s.d.).

Nina Bassoli. (2021). Revisit: Talponia housing by Roberto Gabetti and Aimaro Isola. *The Architectural Review*, 56–65. <https://www.architectural-review.com/essays/revisit/revisit-talponia-housing-by-roberto-gabetti-and-aimaro-isola>

Pacella, S., & Vianzone, G. (2019). Valorizzare, fruire, trasmettere: il sito UNESCO «Ivrea città industriale del XX secolo». [Politecnico di Torino]. <http://webthesis.biblio.polito.it/id/eprint/12722>

Parise, P. (2018, settembre 15). 2001: Odissea nello spazio - Il motivo per cui è nato il cinema. Cinefacts. <https://www.cinefacts.it/cinefacts-articolo-30/2001-odissea-nello-spazio-il-motivo-per-cui-e-nato-il-cinema.html>

Petnik, J., & Vanus, J. (2018). Design of Smart Home Implementation within IoT with Natural Language Interface. *IFAC-PapersOnLine*, 51(6), 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.07.149>

Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Gestionale. (s.d.). Internet of Things (IoT). Blog Osservatori.Net. Recuperato 14 gennaio 2022, da https://blog.osservatori.net/it_it/cos-e-internet-of-things

Prowler, D., & FAIA - Donald Prowler & Associates. (s.d.). Whole

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Building Design. Whole Building Design GUide. Recuperato 23 agosto 2022, da <https://www.wbdg.org/resources/whole-building-design/>

Quaranta, G. G. (2009). *La domotica per l'efficienza energetica delle abitazioni* (Prima Edizione). Maggioli Editore.

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia. (1993). In D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1993/10/14/093G0451/sg>

Rifkin, J. (2014). *La società a costo marginale zero*. Mondadori.

Rivaluta.it. (2022). *Inflazione media Italia dal 1956 al 2022*. <https://www.rivaluta.it/serie-inflazione-media.asp>

Schade, J. (2007). *Life cycle cost calculation models for buildings*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1005357/FULLTEXT01.pdf>

Schibuola, L., Scarpa, M., & Tambani, C. (2018). Innovative technologies for energy retrofit of historic buildings: An experimental validation. *Journal of Cultural Heritage*, 30, 147–154. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.09.011>

Scott, R. (1982, marzo). *Blade Runner*. The ladd company.

Selina Project. (2010). *Guida per i consumatori sui consumi stand-by*.

Sung, W.-T., & Hsiao, S.-J. (2020). The application of thermal comfort control based on Smart House System of IoT. *Measurement*, 149, 106997. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.106997>

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

The Retronaut. (2014). 1957 Monsanto house of the future. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=sk2YBA_oa1A

Vocabolario Online Treccani. (s.d.). Domòtica. In Vocabolario Treccani Online. Recuperato 20 settembre 2021, da <https://www.treccani.it/vocabolario/domotica/>

Wikipedia. (2021a). Amazon Echo. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Amazon_Echo&oldid=119661793

Wikipedia. (2021b). Google Assistant. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/wiki/Assistente_Google

Wikipedia. (2021c). Siri. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Speciale:Cita&page=-Siri&id=121424043&wpFormIdentifier=titleform>

Wikipedia. (2021d, gennaio 22). KNX (standard). Wikipedia, L'enciclopedia Libera. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=KNX_\(standard\)&oldid=118156693](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=KNX_(standard)&oldid=118156693)

Wikipedia. (2021e, settembre 21). Irradiazione degli alimenti. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/wiki/Irradiazione_degli_alimenti

Wikipedia. (2022a). Adriano Olivetti. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Adriano_Olivetti&oldid=127377568

Wikipedia. (2022b). Camillo Olivetti. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Camillo_Olivetti&oldid=124992410

Wikipedia. (2022c). Ivrea, città industriale del XX secolo. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Ivrea,_citt%C3%A0_industriale_del_XX_secolo&oldid=127350596

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Wikipedia. (2022d, gennaio 27). Condominio 25 Verde. Wikipedia, L'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Condominio_25_verde&oldid=125327287

Wikipedia. (2022e, maggio 16). Bosco Verticale. Wikipedia, L'Enciclopedia Libera.

Wikipedia. (2022f, maggio 22). BUS SCS. Wikipedia, l'enciclopedia Libera. https://it.wikipedia.org/wiki/Bus_SCS

Will Media. (2022). Rinnovare gli edifici del 900. Il caso di Ivrea. In Città. Spotify. <https://shor.by/tAZV>

Williamson, S. (1973). Fundamentals of air pollution. Addison-Wesley.

Zeinstra, J. (2008). HOUSES OF THE FUTURE. 25 Years of Critical Reflection on Architecture, OASE, 75, 203–214. <https://oasejournal.nl/en/Issues/75/HousesOfTheFuture>

